

Розділ 6

НАДІЙНІСТЬ І ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС МАШИН

УДК 620.16.63

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СУМІСНІСТЬ ПРОЦЕСІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ КАТЕГОРІЇ N2

Руслан Барабаш¹, к. т. н., Андрій Шарибура¹, к. т. н.,
Зіновій Гошко¹, к. т. н., Ростислав Кудриницький², к. т. н.

¹Львівський національний університет природокористування,
вул. Володимира Великого, 1, м. Дубляни, Львівський р-н, Львівська обл., Україна,
e-mail: rbarabash@ukr.net, ascharibura@gmail.com, zdenuk@gmail.com,

²Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва Національної академії аграрних наук України,
вул. Вокзальна, 11, смт Глеваха, Фастівський р-н, Київська обл., Україна
e-mail: kudsl@ukr.net

<https://doi.org/10.31734/agroengineering2022.26.109>

Барабаш Р., Шарибура А., Гошко З., Кудриницький Р. Організаційно-технологічна сумісність процесів технічного обслуговування автомобілів категорії N2

Організаційно-технологічна сумісність (ОТС) – це властивість, яка визначає як можливість, так і доцільність об'єднання в спільному потоці різних технологічних процесів (ТП) ремонту та технічного обслуговування (ТО). Ця властивість зумовлена подібністю конструкції, однотипністю технології та предметною гнучкістю ремонтно-технологічного обладнання, що застосовується, і, як наслідок, подібністю технологічної та виробничої структур різних технологічних процесів ремонту та технічного обслуговування. Отже, організаційно-технологічна сумісність характеризує як необхідні, так і достатні умови для об'єднання різних технологічних процесів ремонту чи технічного обслуговування в спільному потоці.

Проте це тільки потрібні умови для об'єднання технологічних процесів технічного обслуговування відмінних об'єктів у спільному потоці.

Розвиток багатопредметної спеціалізації, як поліпредметної, так і політехнологічної, є надзвичайно важливим для забезпечення ефективних процесів технічного сервісу, і вони ґрунтуються на дослідженнях організаційно-технологічної сумісності технологічних процесів.

У статті запропоновано оптимізацію виробничої структури пунктів технічного обслуговування автомобілів на стаціонарних постах досліджувати за рахунок зменшення витрат на проведення різних видів технічного обслуговування, сумістивши їх виконання у спільному потоці. Ці положення розроблено для заданої структури міжремонтного циклу та нормативного середньорічного пробігу автомобілів. Різні технічні обслуговування автомобілів можна виконувати як у спільному потоці (політехнологічна спеціалізація), так і на спеціалізованих пунктах технічного обслуговування (ПТО) (монотехнологічна спеціалізація), які вибираються з попередньо синтезованих параметричних рядів. Для обґрунтування спеціалізації слід порівняти витрати на виконання технічного обслуговування: якщо витрати у спільному потоці менші рівні витрат на спеціалізованих постах, то матимемо сумісність технологічних процесів технічного обслуговування, якщо більші, – то несумісність.

Ключові слова: автомобілі, технічне обслуговування, технологічний процес, спеціалізація, сумісність, пост.

Barabash R., Sharybura A., Hoshko Z., Kudrynetskyi R. Organizational and technological compatibility of maintenance processes of N2 category car

Organizational and technological compatibility (OTC) is a property that determines both the possibility and feasibility of combining various technological processes (TP) of repair and maintenance in a common flow. This property is due to the similarity of the design, the same type of technology and subject flexibility of the repair and technological equipment used, and, as a result, the similarity of the technological and production structures of various technological processes of repair and maintenance. Therefore, organizational and technological compatibility characterizes both necessary and sufficient conditions for combining various technological processes of repair or maintenance in a common flow.

However, these are just the necessary conditions for combining technological processes of maintenance of different objects in a common flow.

The development of multi-subject specialization, both poly-subject and poly-technological, is extremely important for ensuring effective processes of technical service and they are based on studies of the organizational and technological compatibility of technological processes.

The article proposes to investigate the optimization of the production structure of car maintenance points at stationary posts by reducing the costs of carrying out various types of maintenance due to combining their execution in a common flow. These regulations are developed for the given structure of the inter-repair cycle and the normative average annual mileage of cars. Various maintenance of cars can be performed both in a joint flow (poly-technological specialization) and at specialized points of technical service (PTS) (mono-technological specialization), which are selected from pre-synthesized parametric series. To substantiate the specialization, it is necessary to compare the maintenance costs. If the costs in the common stream are lower than the costs at the specialized posts, then the technological processes of maintenance are compatible, if they are higher, then incompatible.

Key words: cars, maintenance, technological process, specialization, compatibility, post.

Постановка проблеми. Умова об'єднання в спільному потоці різних технологічних процесів технічного обслуговування (ТО) різноманітних об'єктів зумовлена подібністю конструкції, однотипністю технології та предметною гнучкістю ремонтно-технологічного обладнання, що застосовується, і, як наслідок, подібністю технологічної та виробничої структур.

Проте це тільки потрібні умови для об'єднання технологічних процесів ТО відмінних об'єктів у спільному потоці.

Розвиток багатопредметної спеціалізації, як поліпредметної, так і політехнологічної, є надзвичайно важливим для забезпечення ефективних процесів технічного сервісу, і вони ґрунтуються на дослідженнях організаційно-технологічної сумісності (ОТС) технологічних процесів (ТП).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми забезпечення ефективності ТП ТО машин присвячено багато публікацій [1–4; 9–11; 14–16; 18; 19].

Дослідження ОТС ТП, які виконуються на технологічних лініях (ТЛ), висвітлені в багатьох працях Р. Д. Кузьмінського та І. Г. Стукальця. У працях [5–8; 10; 12; 13; 17] обґрунтовано сумісність ремонту об'єктів різних марок у спільному потоці, подано визначення ОТС та коефіцієнтів для оцінки доцільності об'єднання процесів у спільному потоці. Визначено, що ОТС залежить від продуктивності, річної програми ремонту, конструктивно-технологічного базису, ремонтно-технологічного обладнання.

Однак проблема оптимізації ОТС процесів ТО на стаціонарних постах досі залишається недослідженою.

Постановка завдання. Метою дослідження є оптимізація виробничих процесів та мінімізація витрат на ТО автомобілів, що є одним з визначальних чинників для автомобільно-транспортних підприємств (АТП) у виборі пункту технічного обслуговування (ПТО) для обслуговування власних машин.

Відмінне функціонування ПТО в теперішніх умовах, за наявної великої кількості приватних підприємств, автомобільний парк яких налічує

всього декілька одиниць машин, та недостатньої кількості коштів, є важливим чинником.

Виклад основного матеріалу. Як уже було зазначено, розвиток багатопредметної спеціалізації є дуже важливим для забезпечення ефективних процесів технічного сервісу, і вони ґрунтуються на дослідженнях ОТС ТП.

ОТС – це властивість, яка визначає як можливість, так і доцільність об'єднання в спільному потоці різних ТП ремонту та ТО автомобілів категорії N2. Ця властивість зумовлена подібністю конструкції, однотипністю технології та предметною гнучкістю ремонтно-технологічного обладнання, що застосовується, і, як наслідок, подібністю технологічної та виробничої структур різних ТП ремонту та ТО. Отже, ОТС характеризує як необхідні, так і достатні умови для об'єднання різних ТП ремонту чи ТО в спільному потоці [7].

Під час аналізу ОТС ТП, які виконуються на ТЛ, вважали, що сума часткових програм, яка складає загальну програму, є постійною, тобто $W_1 + W_2 = W_k = \text{const}$. Нами показано, що загальна програма W_k для процесів, які виконуються на стаціонарних постах, є непостійна величина. Це пояснюється тим, що тривалість різних процесів T_1 і T_2 неоднакова, а тому для заданого річного фонду часу зміна однієї часткової програми W_1 непропорційно змінить іншу часткову програму W_2 , це необхідно враховувати під час розрахунку показників ОТС (рис. 1).

$$Q_P \leq W_k; W_k = \text{var}, \quad (1)$$

де W_k – загальна програма ПТО, од.; Q_P – продуктивність ПТО, од.

$$W_1 + W_2 + \dots + W_n = W_k \rightarrow \text{var}, \quad (2)$$

де W_1, W_2, \dots, W_n – часткові програми різних ТО;

$$W_1 \cdot T_1 + W_2 \cdot T_2 + \dots + W_n \cdot T_n = Q_P, \quad (3)$$

де T_1, T_2, \dots, T_n – тривалість різних ТО;

$$P_1 + P_2 = 1, \quad (4)$$

де P_1, P_2 – емпіричні частоти.

Продуктивність постів для монопредметної монотехнологічної спеціалізації розраховується за відомою формулою:

$$Q_P^{TO_i} = \frac{\Phi_D}{T_{m.n}^{TO_i}}, \quad (5)$$

де Φ_D – дійсний фонд часу робітника, год; $T_{m.n}^{TO_i}$ – тривалість ТП, год.

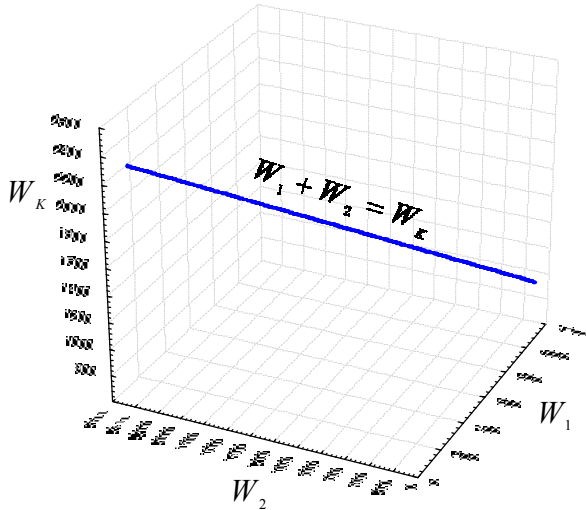


Рис. 1. Визначення загальної програми процесів, які виконуються на стаціонарних постах
Fig. 1. Determination of the general program of processes that are performed at stationary posts

Тривалість усіх видів ТО за міжремонтний період становитиме:

$$T_{\text{Ц}}^{TO} = 16 \cdot T_{m.n}^{TO-1} + 8 \cdot T_{m.n}^{TO-2} + 8 \cdot T_{m.n}^{TO-2^*}, \quad (6)$$

де $T_{\text{Ц}}^{TO}$ – тривалість технологічного циклу, год.

Продуктивність ПТО для різних варіантів поєднання у спільному потоці ТП ТО–1, ТО–2 і ТО–2* в разі дотримання структури міжремонтного циклу та з урахуванням кількості автомобілів

N у зоні обслуговування за умови нормативного середньорічного пробігу для монопредметної політехнологічної спеціалізації становитиме:

$$Q_P^{TO-2^{60}} = \frac{N \cdot Bp_{\text{сеп}}}{L_{TO-2^{60}}}, \text{ од.}; \quad (7)$$

$$Q_P^{TO-2} = \frac{N \cdot Bp_{\text{сеп}}}{L_{TO-2}} - Q_P^{TO-2^*}, \text{ од.}; \quad (8)$$

$$Q_P^{TO-1} = \frac{N \cdot Bp_{\text{сеп}}}{L_{TO-1}} - Q_P^{TO-2} - Q_P^{TO-2^*}, \text{ од.}, \quad (9)$$

де N – кількість автомобілів, од.; $Bp_{\text{сеп}}$ – середньорічний пробіг автомобіля, тис. км; Q_P^{TO-1} – продуктивність ТП ТО–1, ТО/рік; Q_P^{TO-2} – продуктивність ТП ТО–2, ТО/рік; $Q_P^{TO-2^*}$ – продуктивність ТП ТО–2*.

Продуктивність ПТО за різними видами ТО становитиме:

$$Q_P^{TO-1} + Q_P^{TO-2} + Q_P^{TO-2^*} = Q_P^{ПТО}. \quad (10)$$

На основі зіставлення річних приведених економічно-технологічних витрат на ТП ТО моно- і багатопредметної спеціалізації роблять висновок про доцільність їх об'єднання у спільному потоці [3].

Різні ТО автомобілів категорії N2 можна виконувати як у спільному потоці (політехнологічна спеціалізація), так і на спеціалізованих ПТО (монотехнологічна спеціалізація), які вибираються з попередньо синтезованих параметричних рядів (див. табл.). Для обґрунтування спеціалізації необхідно порівняти витрати на виконання ТО: якщо витрати у спільному потоці менші рівні витрат на спеціалізованих постах, то матимемо сумісність ТП ТО, якщо більші, – то несумісність (рис. 2).

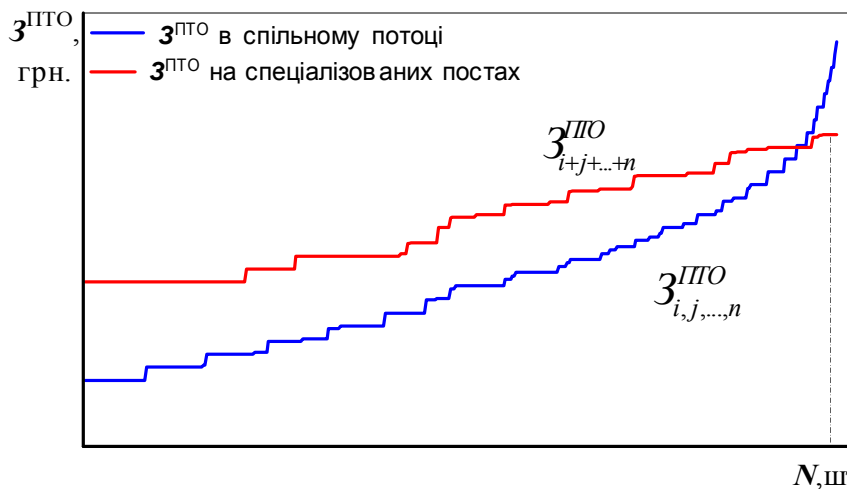


Рис. 2. Витрати на проведення монотехнологічної та політехнологічної спеціалізації
Fig. 2. Costs for mono-technological and poly-technological specialization

Таблиця. Визначення витрат ПТО на спеціалізованих постах (монопредметна монотехнологічна спеціалізація)

Table. Determining the costs of maintenance point at specialized posts (mono-subject mono-technological specialization)

$N, \text{од.}$	$Q_P^{TO_i}$	$Q_P^{TO_j}$	$Q_P^{TO_k}$	$Q_P^{TO_n}$	$Z_{TO_i}^{ПТО}$	$Z_{TO_j}^{ПТО}$	$Z_{TO_k}^{ПТО}$	$Z_{TO_n}^{ПТО}$	$Z_{TO_{i,j,\dots,n}}^{ПТО}$	$Z_{TO_{i+j+\dots+n}}^{ПТО}$
N_1	Q_2	Q_1	Q_0	Q_0	Z_{i1}	Z_{j1}	Z_{k1}	Z_{n1}	$Z_{i,j,\dots,n1}$	$Z_{i+j+\dots+n1}$
N_2	Q_3	Q_2	Q_1	Q_0	Z_{i2}	Z_{j2}	Z_{k2}	Z_{n2}	$Z_{i,j,\dots,n2}$	$Z_{i+j+\dots+n2}$
N_3	Q_5	Q_2	Q_2	Q_0	Z_{i3}	Z_{j3}	Z_{k3}	Z_{n3}	$Z_{i,j,\dots,n3}$	$Z_{i+j+\dots+n3}$
...
N_{200}	Q_{300}	Q_{150}	Q_{113}	Q_{37}	Z_{i200}	Z_{j200}	Z_{k200}	Z_{n200}	$Z_{i,j,\dots,n200}$	$Z_{i+j+\dots+n200}$
N_{201}	Q_{302}	Q_{151}	Q_{113}	Q_{37}	Z_{i201}	Z_{j201}	Z_{k201}	Z_{n201}	$Z_{i,j,\dots,n201}$	$Z_{i+j+\dots+n201}$
N_{202}	Q_{303}	Q_{152}	Q_{114}	Q_{37}	Z_{i202}	Z_{j202}	Z_{k202}	Z_{n202}	$Z_{i,j,\dots,n202}$	$Z_{i+j+\dots+n202}$
...

На рис. 2 прийняті позначення: $Z_{i,j,\dots,n}^{ПТО} \leq Z_{i+j+\dots+n}^{ПТО}$ – сумісність процесів ТП ТО або застосування монопредметної політехнологічної спеціалізації; $Z_{i,j,\dots,n}^{ПТО} \geq Z_{i+j+\dots+n}^{ПТО}$ – несумісність процесів ТП ТО або застосування монопредметної монотехнологічної спеціалізації.

Затрати ПТО на спеціалізованих постах (монопредметна монотехнологічна спеціалізація) становитимуть:

$$Z_i^{ПТО} + Z_j^{ПТО} + \dots + Z_n^{ПТО} = Z_{i+j+\dots+n}^{ПТО}, \quad (12)$$

де $Z_i^{ПТО}, Z_j^{ПТО}, \dots, Z_n^{ПТО}$ – затрати певного виду ТП ТО.

Відмінність затрат ПТО при

$$Z_{i,j,\dots,n}^{ПТО} - Z_{i+j+\dots+n}^{ПТО} = \Delta Z^{ПТО}, \quad (13)$$

де $Z_{i,j,\dots,n}^{ПТО}$ – затрати ПТО монопредметної політехнологічної спеціалізації; $Z_{i+j+\dots+n}^{ПТО}$ – затрати ПТО монопредметної монотехнологічної спеціалізації

Висновки

1. Запропонована методика аналізу ОТС ТП, які виконуються на стаціонарних постах, передбачає врахування непропорційності зміни часткових програм (W_1, W_2) ТО відповідно до співвідношень їхньої тривалості. Як наслідок, загальна програма ТО (W_k) є змінною.

2. Застосування цієї методики для аналізу процесів ТО автомобілів дало змогу підвищити точність розрахунку показників ОТС як для різних

рівнів завантаження ПТО за продуктивністю, так і для окремих виробничих структур ПТО загалом.

3. Виробнича структура ПТО залежить від спеціалізації (функціонального призначення), яка може бути моно- чи поліпредметною (за об'єктом обслуговування) та моно- чи політехнологічною (за видом ТО). Спеціалізація ПТО обґрунтовується на підставі аналізу ОТС різних ТП у спільному потоці.

Бібліографічний список

1. Барабаш Р. І., Михалюк М. А. Аналіз залежностей параметрів та показників ефективності технологічного процесу ТО-2 та ТО-3 тракторів ХТЗ-16131. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*: електрон. наук. фахове вид. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, т. 2. С. 23. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/naukovyj-visnyk-tdatu-2021-vypusk-11-tom-2.pdf> (дата звернення: 26.12.2021).
2. Вплив збільшення кількості постів на показники ефективності технологічних процесів технічного обслуговування тракторів ХТЗ-3522 / Р. Д. Кузьмінський, В. В. Іванишин, Р. І. Барабаш, О. В. Ткач. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. Технічні науки*. 2016. № 24, т. 2. С. 175-184.
3. Кузьмінський Р. Д., Барабаш Р. І. Організаційно-технологічна сумісність технологічних процесів, які виконуються на стаціонарних постах. *Крамаровські читання*: матеріали VI Міжнар. наук.-техн. конф. (Київ, 21 лют. 2019 р.). Київ: Вид. центр НУБіП України, 2019. С. 257-259.
4. Кузьмінський Р. Д. Вплив динаміки зміни часткових програм ремонту на залежності показників організаційно-технологічної сумісності від тривалості такту.

Вісник Львівського національного аграрного університету. Агроінженерні дослідження. 2009. № 13, т. 2. С. 43-51.

5. Кузьмінський Р. Д. Організаційно-технологічна сумісність процесів ремонту різних об'єктів у спільному потоці. *Надійність і ремонт машин у сільському господарстві*: зб. наук. праць. Львів: Львів. держ. с.-г. ін-т, 1992. С. 17-29.

6. Кузьмінський Р. Д. Результати розрахунку областей та коефіцієнтів організаційно-технологічної сумісності для технологічних ліній. *Надійність і ремонт машин у сільському господарстві*: зб. наук. праць. Львів: Львів. держ. с.-г. ін-т, 1993. С. 27-39.

7. Кузьмінський Р. Д. Розрахунок організаційно-технологічної сумісності процесів ремонту різних об'єктів з урахуванням динаміки зміни часткових програм. *Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація.* Кіровоград: КНТУ, 2011. Вип. 24, ч. 2. С. 50-53.

8. Кузьмінський Р. Д. Система показників організаційно-технологічної сумісності процесів ремонту. *Надійність і ремонт машин у сільському господарстві*: зб. наук. праць. Львів: Львів. держ. с.-г. ін-т, 1992. С. 29-40.

9. Кузьмінський Р. Д., Соколовський О. Р. Алгоритм проектування технологічних процесів, які виконуються на стаціонарних постах. *Сільськогосподарські машини*: зб. наук. статей. Луцьк, 2011. Вип. 21, т. 1. С. 228-235.

10. Кузьмінський Р. Д. Удосконалення системи показників організаційно-технологічної сумісності процесів ремонту різних об'єктів у спільному потоці. *Теорія і практика розвитку АПК*: матеріали Міжнар. наук.-практ. форуму (19-20 верес. 2006 р.). Львів: Львів. держ. аграр. ун-т, 2006. Т. 2. С. 354-359.

11. Кузьмінський Р. Структура, параметри та ефективність технологічних процесів ремонту. *Вісник Львівського державного аграрного університету. Агроінженерні дослідження.* 2005. № 9. С. 50-60.

12. Кузьмінський Р., Стукалець І. Організаційно-технологічна сумісність процесів ремонту головок блоків

циліндрів двигунів ЯМЗ-236, -240 на технологічних ділянках різної продуктивності. *Motrol: Motoryzacja i energetyka rolnictwa.* 2011. Т. 13D. S. 189-197.

13. Кузьмінський Р., Стукалець І. Розрахунок показників організаційно-технологічної сумісності технологічних процесів ремонту різних об'єктів для окремого такту. *Екологічні, технологічні та соціально-економічні аспекти використання матеріально-технічної бази АПК*: матеріали Міжнар. наук.-практ. форуму (17-18 верес. 2008 р.). Львів: Львів. нац. аграр. ун-т, 2008. С. 406-409.

14. Молодик М. В. Наукові основи системи технічного обслуговування і ремонту машин. Кіровоград: КОД, 2009. 180 с.

15. Молодик М. В. Прогнозування розвитку та оцінка різних форм технічного сервісу в АПК України. *Системні методи керування, технологія та організація виробництва, ремонту і експлуатації автомобілів.* Київ, 1999. Вип. 6. С. 58-62.

16. Організаційні форми технічного сервісу та прогноз їх розвитку в ринкових умовах господарювання в агропромисловому комплексі України / М. В. Молодик, А. М. Моргун, Л. І. Шаповал, О. В. Єна. Київ: Рекомендації, 2001. 170 с.

17. Стукалець І. Г. Організаційно-технологічна сумісність ремонтно-відновних процесів підприємств багатопредметної спеціалізації. *Студентська молодь і науковий прогрес в АПК*: матеріали Міжнар. студ. наук. конф. (26-30 верес. 2004 р.). Львів: Львів. держ. аграр. ун-т, 2004. С. 333-341.

18. Kuzminskyj R., Barabash R. Organizational and technological compatibility of the technological processes of second and third line maintenance of KhTZ-3522 tractors. *BIO Web of Conferences.* 2018. 10, 02015. P. 1-8. doi: 10.1051/bioconf/20181002015.

19. Organizational and technological compatibility of the technological processes of all different types of maintenance of KhTZ-3522 tractors in the joint technological flow / R. Kuzminskyj, L. Krajnyk, R. Barabash, S. Sosnowski. *Econtechmod. An International Quarterly Journal on Economics of Technology and Modelling Processes.* 2017. Vol. 6, No. 3. P. 5-16.

Стаття надійшла 20.09.2022