

## Доцільність поєднання в спільному потоці різних маршрутів відновлення зношених деталей як задача організаційно-технологічної сумісності процесів

Викладено результати обґрунтування доцільності поєднання у спільному потоці процесів відновлення гільз циліндрів двигунів SOFIM за різними технологічними маршрутами на підставі розрахунку показників організаційно-технологічної сумісності.

**гільза циліндрів, відновлення, технологічний процес, маршрути, організаційно-технологічна сумісність**

Нерівномірність деталей, різні умови й термін експлуатації є причиною розмаїття їх приремонтного технічного стану. З метою забезпечення ефективності ремонтного виробництва урахування технічного стану зношених деталей передбачає різні технологічні маршрути їх відновлення. Переважно різні маршрути відновлення реалізують на одній технологічній ділянці. Однак чітка системи показників для кількісної оцінки доцільності поєднання в спільному потоці різних технологічних маршрутів відновлення зношених деталей відсутня.

Чинна методика обґрунтування маршрутів відновлення передбачає виявлення стійких поєднань дефектів, кореляції між значеннями зносу окремих поверхонь, а проектний розрахунок технологічних ділянок (ТД) відновлення базується на визначенні трудомісткості робіт та, за можливістю, рівномірному їх розподілі, однак без належного урахування структурних особливостей процесу [2; 7; 12], а саме без урахування неподільності його елементарних складових (операційні зв'язки), обмежень на черговість (міжопераційні зв'язки) та місця їх виконання (орієнтувальні зв'язки).

Глибший аналіз структури ремонтно-відновних процесів був застосований під час досліджень ремонтної технологічності зношених деталей на підставі результатів побудови невпорядкованих моделей процесів їх відновлення [10; 11].

Структурний розгляд технологічного процесу відновлення [3; 13] з урахуванням специфічних, порівняно з процесами розбирання–складання, особливостей (значно менший відсоток основного часу в структурі норми часу операції; потреба в переналагодженні обладнання, а тому й залежність оперативного часу від черговості виконання операцій; необхідність обробки та переміщення деталей не поодиноці, а гуртами визначених обсягів  $V$ ; використання складного ремонтно-технологічного обладнання) уможливив виявлення залежностей параметрів і показників ефективності процесу відновлення від такту  $\tau$  та обсягу партії  $V$  одночасно відновлюваних деталей, а також оптимізацію обсягу такої партії  $V$  [6].

Можливість і доцільність поєднання в спільному потоці ремонту різних об'єктів визначається властивістю організаційно-технологічної сумісності [5]. Для кількісної оцінки цієї властивості запропонована система показників [4]. Однак дослідження організаційно-технологічної сумісності стосувались переважно процесів розбирання–складання, а для процесів відновлення зношених деталей широкої номенклатури, а також для процесів відновлення однойменних деталей різного технічного стану не проводились.

Оскільки різні технологічні маршрути відновлення деталей однієї номенклатури, але різного технічного стану, передбачають зміну переліку операцій та неоднакову черговість та, іноді, тривалість їх виконання, то різною буде й структура технологічних

процесів відновлення. Показники ефективності технологічного процесу відновлення в спільному потоці деталей за різними технологічними маршрутами в умовах технологічної дільниці з визначеною виробничою структурою (кількістю обладнання та взаємним розташуванням окремих одиниць обладнання) залежатимуть не лише від загальної річної програми відновлення, але й від співвідношення деталей різного технічного стану в загальній річній програмі відновлення. Тому обґрунтування доцільності поєднання різних технологічних маршрутів відновлення у спільному потоці можна розглядати як задачу організаційно-технологічної сумісності процесів.

Завданнями досліджень було:

- вивчити структурні особливості технологічних процесів відновлення гільз циліндрів двигунів *SOFIM* за різними технологічними маршрутами залежно від їх приремонтного технічного стану;
- обґрунтувати виробничі структури технологічних дільниць відновлення в спільному потоці гільз циліндрів двигунів *SOFIM* різного технічного стану;
- розрахувати показники організаційно-технологічної сумісності процесів відновлення в спільному потоці гільз циліндрів різного технічного стану за різними технологічними маршрутами.

Методологічною підставою досліджень є моделювання технологічних процесів відновлення з використанням основних положень теорії графів [1] і розкладів [14; 15].

Метою першого етапу досліджень був аналіз та формалізація конструкції об'єкта ремонту. Для цього використали модель у вигляді зваженого орієнтованого графа  $G_K$  ( $X_K, Y_K$ ), множина вершин якого  $X_K$  символізує елементарні поверхні деталі або їх гурти, а множина ребер  $Y_K$  вказує на характер зв'язків між ними.

Елементарною поверхнею деталі вважали ту її частину, яка описується одним рівнянням (площина, циліндр, конус) і характеризується постійним комплектом власних параметрів (точність, матеріал, твердість, шорсткість, покриття тощо). Усі елементарні поверхні в моделі конструкції розміщено на 3-х рівнях. Поверхні першого рівня за заданим напрямом обходу (проти годинникової стрілки) визначають зовнішній контур деталі, поверхні другого рівня обробляються під час виготовлення гільзи після обробки поверхонь першого рівня, а поверхні третього рівня – після обробки поверхонь другого. Використано також одну уявну поверхню – вісь симетрії деталі.

Поверхні першого рівня з'єднані між собою формоутворювальними дугами. Для опису розмірів деталі використано розмірні дуги, які встановлюються між двома елементарними поверхнями в тому разі, коли на ремонтному кресленні вони з'єднані розміром, що змінюється, визначається чи контролюється в технологічному процесі відновлення гільзи. З метою опису вимог до точності взаємного розташування поверхонь (биття, паралельність, перпендикулярність тощо) використано ребра в напрямі від бази до поверхні, точність якої регламентується.

Виявлено також поверхні – носії дефектів і характер цих дефектів. Особливістю приремонтного технічного стану гільз циліндрів двигунів є відсутність кавітаційного зносу зовнішньої поверхні, оскільки ці гільзи "сухі".

Аналіз конструктивно-технологічного базису процесу відновлення гільзи завершено побудовою конструктивно-технологічної моделі деталі – зваженого орієнтованого графа  $G_{KT}$  ( $X_{KT}, Y_{KT}$ ), множина вершин якого  $X_{KT}$  символізує технологічні поверхні деталі або їх гурти, а множина ребер  $Y_K$  вказує на характер зв'язків між ними.

Технологічні поверхні – це елементарні поверхні або їх гурти, комплект власних параметрів яких визначається певним технологічним впливом. На першому рівні конструктивно-технологічної моделі розміщено поверхні – носії дефектів, а на наступних рівнях – поверхні з зміненим комплектом власних параметрів (розмірами, твердістю, шорсткістю тощо) після виконання чергових технологічних впливів. Вертикальні зв'язки між технологічними поверхнями різних рівнів відповідають розмірним опера-

ційним зв'язкам. Горизонтальні зв'язки покликані відтворити відношення базування поверхонь в процесі відновлення. Конструктивно-технологічні моделі побудовано для трьох різних технічних станів гільз циліндрів, що розглядалися.

За результатами нормування операцій і з урахуванням конструктивно-технологічної моделі гільзи циліндрів побудовано неупорядковані моделі технологічних процесів її відновлення для кожного з технологічних маршрутів у вигляді зваженого орієнтованого графа  $G_{TP}$  ( $X_{TP}$ ,  $Y_{TP}$ ), множина вершин якого  $X_{TP}$  символізує елементарні технологічні операції, а множина ребер  $Y_{TP}$  вказує на характер зв'язків між ними. Стосовно технологічного процесу відновлення елементарна технологічна операція – це технологічно неподільна його складова, після завершення виконання якої визначається комплект власних параметрів елементарної поверхні чи гурту елементарних поверхонь.

Побудовано також комплексні неупорядковані моделі для різних варіантів поєднання в спільному потоці технологічних маршрутів відновлення гільз циліндрів.

Впорядкування технологічних процесів здійснено методом адресації, коли для заданої виробничої структури (визначеного кількісного та якісного складу ремонтно-технологічного обладнання) будували оптимальний розклад виконання операцій. Розглянуто прямоточні технологічні відміни процесів, оскільки розміри деталі унеможливають одночасну працю декількох робітників над одним об'єктом ремонту. Процес побудови розкладів є складним та багатоетапним [3].

Перш за все задавали елементарну виробничу структуру (кількість обладнання кожного типу  $K_r = 1$  од.) та формували для неї початковий розклад виконання операцій відновлення гільзи відповідно до неупорядкованої моделі процесу. Цей розклад виконання елементарних технологічних операцій відтворює часову ситуацію для випадку, коли обсяг партії гільз  $V \rightarrow \infty$ , кількість партій  $f = 1$ , а потреба в переналагодженні обладнання та транспортуванні деталей не врахована. Одночасно формували також розклад праці робітників і визначали їх кількість  $u$  (спочатку  $u = 1$  чол.). Тривалість процесу відновлення в такому разі визначала теоретичну мінімальну тривалість такту  $\tau_{min}$ .

Далі для кожного з типів обладнання задавали матрицю тривалостей переналагоджень  $M_R$ , яка в найбільш загальному випадку є несиметрична відносно головної діагоналі. Наступний крок – варіантна оптимізація: пошук для кожного типу обладнання такої черговості виконання операцій, яка мінімізує їх сумарну тривалість з урахуванням тривалості переналагоджень.

Задавшись взаємним розташуванням обладнання дільниці, побудували матрицю тривалостей транспортування гільз  $M_{TP}$  та корегували розклад виконання операцій обладнанням і розклад праці робітників з урахуванням  $M_R$  і  $M_{TP}$ . Такий розклад відтворює часову ситуацію для випадку, коли обсяг партії гільз  $V = 1$ , а тривалість процесу відновлення в такому разі визначатиме характерне значення такту  $\tau_x$ .

За результатами формування розкладів для різних значень обсягу партії  $V$  розраховували такт  $\tau$  процесу, параметри (кількість партій  $f$ , кількість робітників  $u$ ), а також показники його ефективності – тривалість  $T_{T,П}$ , коефіцієнти використання фондів часу робітників  $\eta_u$  і обладнання  $\eta_R$ , приведені технологічні витрати на ремонт  $Z$ .

Наступним кроком проектування була оптимізація обсягу партії деталей  $V$ . Оскільки виробнича структура на цьому етапі незмінна, то й приведені технологічні витрати  $Z$  розглянуто як суму постійної  $Z_C$  та змінної  $Z_V$  складових, а за критерій оптимізації взято  $Z_V \rightarrow \min$ .

Далі змінювали той параметр виробничої структури, який регламентує продуктивність дільниці (збільшували кількість партій  $f$ , чисельність робітників  $u$ , кількість одного з типів обладнання  $K_R$ ) та повертались до формування початкового розкладу виконання операцій.

Порівнявши для певного значення загальної річної програми  $W_k$  (і відповідного значення такту  $\tau_k$ ) річні приведені технологічні витрати на відновлення у спільному

потоці гільз за  $i$ -м та  $j$ -м технологічними маршрутами  $Z_k$  з витратами на відновлення гільз за кожним технологічним маршрутом на окремій дільниці ( $Z_i + Z_j$ ), для різних співвідношень  $W_i$  і  $W_j$  (таких, що  $W_i + W_j = W_k$ ) можна отримати наступні результати:

1) коли  $(Z_i + Z_j) > Z_k$ , тоді відновлювати гільзи різного технічного стану доцільно в спільному потоці та має місце *організаційно-технологічна сумісність маршрутів (ОТС)*;

2) коли  $(Z_i + Z_j) < Z_k$ , тоді відновлювати гільзи різного технічного стану доцільно на окремих технологічних дільницях і має місце *організаційно-технологічна несумісність маршрутів (ОТН)*;

3) коли  $(Z_i + Z_j) = Z_k$ , тоді має місце *часткова організаційно-технологічна сумісність маршрутів*.

Співвідношення часткових програм ремонту  $W_i$  і  $W_j$  (або частостей  $p_i = W_i / W_k$  та  $p_j = W_j / W_k$ ), для яких дотримується нерівність  $(Z_i + Z_j) > Z_k$ , визначають зони *організаційно-технологічної сумісності*; ті співвідношення часткових програм ремонту  $W_i$  і  $W_j$ , для яких  $(Z_i + Z_j) < Z_k$ , визначають зони *організаційно-технологічної несумісності*; а ті співвідношення часткових програм ремонту  $W_i$  і  $W_j$ , для яких  $(Z_i + Z_j) = Z_k$ , визначають зони *часткової організаційно-технологічної сумісності маршрутів*.

Розглянуто технологічний процес відновлення гільз циліндрів двигунів *SOFIM* автомобілів IVECO-КрАЗ за трьома різними технологічними маршрутами:

I – індукційна відцентрова наплавка самофлюсуючим порошком ПГ-ХН80СРЗ [6] з наступною термічною (відпуск при температурі 550 °С) та механічною обробкою до номінальних розмірів (особливістю механічної обробки є застосування після розточування плосковершинного хонінгування [5], що скорочує тривалість припрацювання, забезпечує краще утримання масла та меншу його витрату, високу компресію та збільшує ресурс гільзи); відновлення посадочного пояска електроконтактним приварюванням стрічки з наступною механічною обробкою до номінальних розмірів;

II – відновлення зеркала гільзи до ремонтного розміру з наступним плосковершинним хонінгуванням та посадочного пояска електроконтактним приварюванням стрічки з наступною механічною обробкою до номінальних розмірів;

III – відновлення зеркала гільзи розточуванням до ремонтного розміру з наступним плосковершинним хонінгуванням.

Відповідно до запропонованої технології відновлення гільз обрано й необхідне ремонтно-технологічне обладнання, а саме: верстати хонінгувальний 3833М ( $r1$ ), горизонтально-розточний ( $r2$ ), токарно-гвинторізний 16К20П ( $r5$ ), плоскошліфувальний 3Г71 ( $r7$ ), установку для відцентрової індукційної наплавки ( $r6$ ), електропіч СШО-04 04/7 ( $r3$ ), пристрій для електроконтактного приварювання стрічки 011-1-02 НПС ( $r4$ ), ножиці гільйотинні ( $r8$ ).

Результати формування розкладів виконання операцій робітниками та кожною окремою одиницею обладнання, а також результати оптимізації обсягу партії деталей для різних значень такту  $\tau$  дали можливість сформувати ряд ТД для відновлення в спільному потоці гільз циліндрів різного технічного стану (табл. 1). Виробнича структура, максимальна ( $Q_{\max} = 4098$  од.) та оптимальна ( $Q_{\text{opt}} = 3680$  од.) продуктивності ТД відновлення в спільному потоці гільз циліндрів за I та II технологічними маршрутами співпадають з виробничою структурою, а також максимальною та оптимальною продуктивностями ТД відновлення в спільному потоці гільз циліндрів за I та III технологічними маршрутами. Виробнича структура ТД відновлення в спільному потоці гільз циліндрів за II та III технологічними маршрутами є простішою, а максимальна продуктивність – набагато вищою та співпадає з оптимальною ( $Q_{\max} = Q_{\text{opt}} = 3680$  од.). З метою забезпечення ефективності процесів відновлення залежно від необхідної продуктивності слід змінювати кількість робітників  $u$ , фронт ремонту  $f$  (кількість партій деталей) та обсяг партії  $V$ . Зменшення програми відновлення вимагає зменшення

кількості робітників  $u$  та фронту ремонту  $f$ . Слід відзначити, що для більших значень  $u$  і  $f$  характерними є менші оптимальні обсяги партії  $V_{opt}$ .

Таблиця 1 – Технологічні дільниці відновлення в спільному потоці гільз циліндрів різного технічного стану

Маршрути	Такт $\tau_k$ , с	Продуктивність $Q_p$ , од.	Кількість обладнання, од.								$f$ , од.	$u$ , чол.	$V_{opt}$ , шт.
			$K_{r1}$	$K_{r2}$	$K_{r3}$	$K_{r4}$	$K_{r5}$	$K_{r6}$	$K_{r7}$	$K_{r8}$			
<b>I</b> + <b>II</b>	4230	1623									1	1	18
	3509	1956	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	10
	1931	3550									2	2	11
	<b>1862</b>	<b>3680</b>									<b>3</b>	<b>2</b>	<b>11</b>
	1672	4098									4	4	4
<b>I</b> + <b>III</b>	4230	1623									1	1	18
	3509	1956	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	10
	1931	3550									2	2	11
	<b>1862</b>	<b>3680</b>									<b>3</b>	<b>2</b>	<b>11</b>
	1672	4098									4	4	4
<b>II</b> + <b>III</b>	1852	3701									1	1	22
	1372	4990									2	2	11
	1241	5513									3	2	11
	1058	6465	1	1	0	1	1	0	1	1	2	2	20
	821	8319									4	3	12
	761	8968									3	3	21
	621	10972									4	4	22
	507	13427									5	5	21
<b>471</b>	<b>14425</b>									<b>6</b>	<b>5</b>	<b>21</b>	

Як бачимо (рис.1), поєднання в спільному потоці відновлення гільз циліндрів за I і III технологічними маршрутами характеризується практично повною організаційно-технологічною сумісністю. Зона несумісності має місце при мінімальних тактах роботи ТД, коли частка гільз циліндрів, що відновлюються за III технологічним маршрутом у загальній програмі ремонту перевищує 0,5.

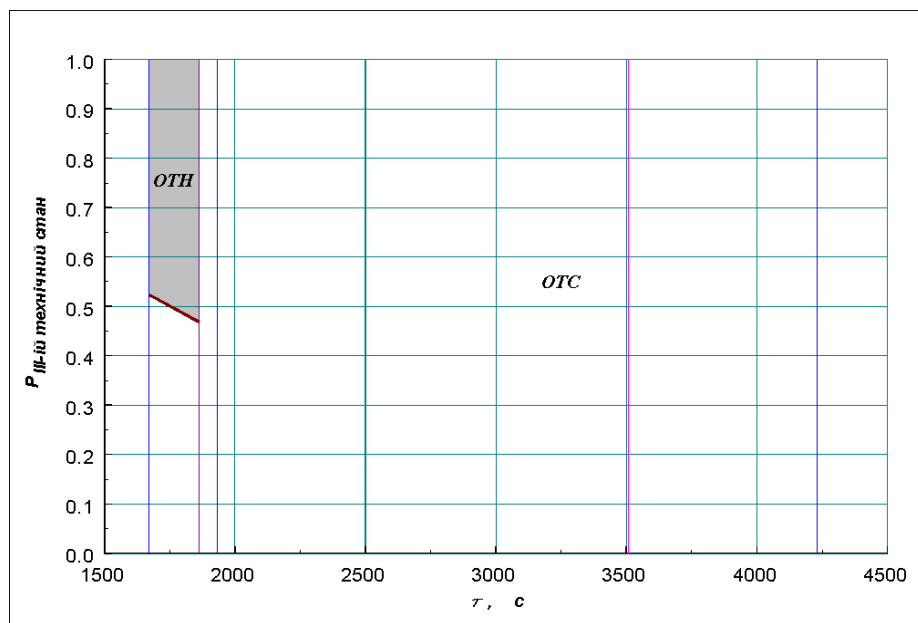
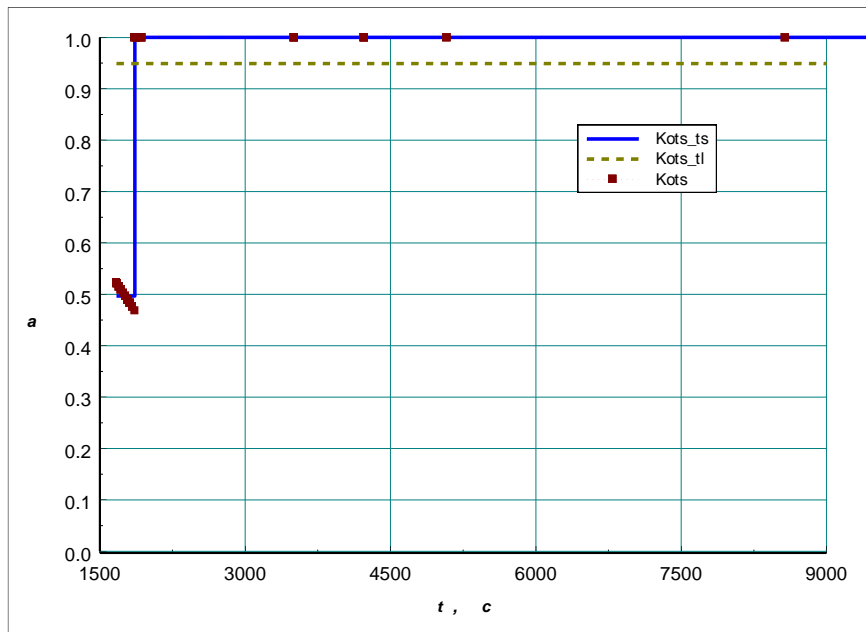


Рисунок 1 – Зони організаційно-технологічної сумісності (ОТС) та несумісності (ОТН) для різних тактів відновлення в спільному потоці гільз циліндрів за I-м та III-м технічними маршрутами в умовах технологічної дільниці з елементарною виробничою структурою

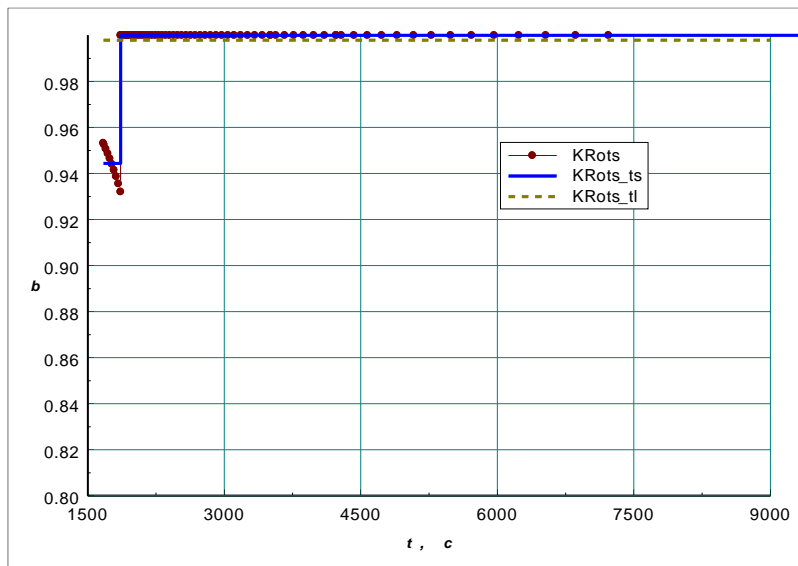
Коефіцієнт ОТС  $\alpha_\tau$  характеризує ймовірність виникнення такого співвідношення часткових програм відновлення за різними технологічними маршрутами, яке лежатиме в зоні ОТС (за умови, що будь-які співвідношення часткових програм рівноймовірні). Залежність коефіцієнта ОТС  $\alpha_\tau$  від такту (рис. 2, а) – це перервна функція, яка на інтервалах неперервності задається прямими змінного нахилу, причому в межах однієї технологічної відміни процесу ( $f = \text{const}$ ,  $u = \text{const}$ ) кут нахилу прямої є постійним. Отже, в межах інтервалу тактів однієї технологічної відміни процесу значення  $\alpha_\tau$  або залишаються незмінними (коли  $\alpha_\tau = 1$  або  $\alpha_\tau = 0$ ), або ж лінійно зменшуються.

Коефіцієнт рівня ОТС  $\beta_\tau$  характеризує ймовірність отримання економії річних приведених технологічних витрат впродовж достатньо значного часу  $T$  від об'єднання в спільному потоці різних маршрутів відновлення деталей (за умови, що будь-які співвідношення часткових програм рівноймовірні). Залежність коефіцієнта рівня ОТС  $\beta_\tau$  від такту (рис. 2, б) – це перервна функція, яка на інтервалах неперервності задається прямими змінного нахилу, однак навіть у межах однієї технологічної відміни процесу кут нахилу прямої не є постійним – це кусково-лінійна функція. Отже, в межах інтервалу тактів однієї технологічної відміни процесу значення  $\beta_\tau$  або залишаються незмінними (коли  $\beta_\tau = 1$  або  $\beta_\tau = 0$ ), або ж лінійно зменшуються.

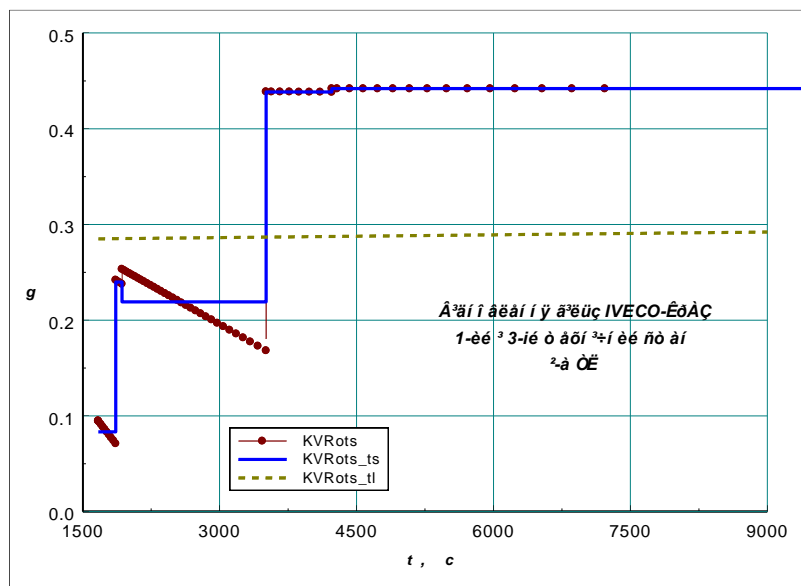
Коефіцієнт відносного рівня ОТС  $\gamma_\tau$  показує на скільки суттєвою відносно значення річних приведених технологічних витрат  $Z_k$  буде отримана економія від об'єднання в спільному потоці різних маршрутів відновлення деталей за умови, що будь-які співвідношення часткових програм в загальній річній програмі ремонту  $W_k$  – це рівномірно розподілені випадкові величини, які лежать виключно в межах зон організаційно-технологічної сумісності.



a



б



β

$a$  – коефіцієнта ОТС;  $b$  – коефіцієнта рівня ОТС;  $\epsilon$  – коефіцієнта відносного рівня ОТС.

Рисунок 2 – Залежність від такту показників ОТС процесів відновлення в спільному потоці гільз циліндрів за I і III технологічними маршрутами на ТД з елементарною виробничою структурою

Залежність коефіцієнта відносного рівня ОТС  $\gamma_\tau$  від такту (рис. 2, б) – це перервана функція, яка на інтервалах неперервності задається прямими змінного нахилу, однак навіть у межах однієї технологічної відміни процесу кут нахилу прямої не є постійним – це кусково-лінійна функція. Отже, в межах інтервалу тактів однієї технологічної відміни процесу значення  $\gamma_\tau$  або залишаються незмінними (коли  $\gamma_\tau = 0$ ), або ж лінійно зменшуються. Для будь-якого значення такту  $\tau_k$  має місце нерівність  $\gamma_\tau \leq \beta_\tau \leq \alpha_\tau$ .

Відповідно (рис. 2), якщо для окремого такту  $\tau_k$  має місце лише зона ОТС, то коефіцієнти ОТС  $\alpha_\tau$  та рівня ОТС  $\beta_\tau$  рівні одиниці, а коефіцієнт відносного рівня ОТС  $0 < \gamma_\tau$ . Якщо ж для окремого такту  $\tau_k$  має місце лише зона ОТН, то  $\alpha_\tau = 0$ ,  $\beta_\tau = 0$  і  $\gamma_\tau = 0$ .

Оскільки зони часткової ОТС відсутні, то для всіх  $\tau_k$  маємо  $\mu_\tau = 0$ . Якщо для окремого такту  $\tau_k$  виділено як зони ОТС, так і зони ОТН, то  $0 < \alpha_\tau < 1$ ,  $0 < \beta_\tau < 1$  і  $0 < \gamma_\tau < 1$ .

Результати розрахунку показників ОТС сумісності процесів відновлення в спільному потоці гільз циліндрів за різними технологічними маршрутами для різних відмін

процесу на гнучких ТД з елементарною виробничою структурою, за додаткової умови, що будь-які значення програми ремонту  $W_k$  рівноймовірні, подані в таблиці 2.

Як бачимо (табл. 2), показники організаційно-технологічної сумісності змінюватимуться залежно від того, яка технологічна відміна процесу буде застосована. Наприклад, найвища організаційно-технологічна сумісність процесів відновлення в спільному потоці гільз циліндрів різних технічних станів на ТД буде досягнута за умови мінімальної продуктивності, а найнижча організаційно-технологічна сумісність – навпаки, за умови роботи ТД з максимальною продуктивністю. Абсолютна організаційно-технологічна сумісність має місце для процесів відновлення в спільному потоці гільз циліндрів за I і II технологічними маршрутами, дещо нижча – для процесів відновлення в спільному потоці гільз циліндрів за I і III, а найнижча – для процесів відновлення в спільному потоці гільз циліндрів за II і III технологічними маршрутами. Отримані значення показників ОТС вказують на доцільність відновлення в спільному потоці гільз циліндрів двигунів *SOFIM* різного технічного стану.

Таблиця 2 – Показники організаційно-технологічної сумісності відновлення в спільному потоці гільз циліндрів різного технічного стану для технологічних дільниць

Маршрути	Такт $\tau_k$ , с	Продуктивність $Q_p$ , од.	$f$ , од.	$u$ , чол.	$V_{opt}$ , шт.	$\alpha_{ТВ}$	$\beta_{ТВ}$	$\gamma_{ТВ}$	$\alpha_{ТД}$	$\beta_{ТД}$	$\gamma_{ТД}$
<b>I</b> + <b>II</b>	4230	1623	1	1	18	1,0	1,0	0,7135	1,0	1,0	0,532
	3509	1956	2	1	10	1,0	1,0	0,7094			
	1931	3550	2	2	11	1,0	1,0	0,4392			
	<b>1862</b>	<b>3680</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>0,4572</b>			
	1672	4098	4	4	4	1,0	1,0	0,2726			
<b>I</b> + <b>III</b>	4230	1623	1	1	18	1,0	1,0	0,4419	0,949	0,998	0,295
	3509	1956	2	1	10	1,0	1,0	0,4385			
	1931	3550	2	2	11	1,0	1,0	0,2192			
	<b>1862</b>	<b>3680</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>0,2399</b>			
	1672	4098	4	4	4	0,497	0,944	0,0834			
<b>II</b> + <b>III</b>	1852	3701	1	1	22	1,0	1,0	0,6193	0,657	0,773	0,182
	1372	4990	2	2	11	1,0	1,0	0,2598			
	1241	5513	3	2	11	1,0	1,0	0,2780			
	1058	6465	2	2	20	1,0	1,0	0,2892			
	821	8319	4	3	12	0,497	0,823	0,1025			
	761	8968	3	3	21	0,601	0,855	0,1359			
	621	10972	4	4	22	0,349	0,427	0,0565			
	507	13427	5	5	21	0,262	0,270	0,0425			
<b>471</b>	<b>14425</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>21</b>	<b>0,356</b>	<b>0,442</b>	<b>0,0635</b>				

На підставі проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Доцільність об'єднання в спільному потоці різних технологічних маршрутів відновлення зношених деталей залежить не лише від подібності маршрутів за переліком операцій й тривалістю їх виконання, але й від співвідношення деталей, що відновлюються за різними маршрутами, в загальній програмі відновлення. 2. Доцільність об'єднання в спільному потоці різних технологічних маршрутів відновлення зношених деталей не є постійною, а залежить від загальної програми відновлення – зі зростанням програми сумісність зменшується. 3. Проведені дослідження підтвердили можливість використання основних положень теорії організаційно-технологічної сумісності для розв'язання задач об'єднання різних технологічних маршрутів відновлення зношених деталей у спільному потоці.

## Список літератури

- 1 Зыков А.А. Основы теории графов. – М.: Наука, 1987. – 384 с.
- 2 Какуевичкий В.А. Восстановление деталей автомобилей на специализированных авторемонтных предприятиях. – М.: Транспорт, 1988. – 149 с.
- 3 Кузьмінський Р. Про можливість використання алгоритму “наповнення контейнерів” для моделювання технологічних процесів відновлення // Вісник Львів. держ. агр. ун-ту: Агроінженерні дослідження – Львів, 1998. – №2. – С. 25–28.
- 4 Кузьмінський Р.Д. Система показників організаційно-технологічної сумісності процесів ремонту// Надійність і ремонт машин у сільському господарстві: Зб. наук. пр.– Львів: Львів. держ. с.-г. ін-т, 1992. – С.29-40.
- 5 Кузьмінський Р.Д. Результати розрахунку областей та коефіцієнтів організаційно-технологічної сумісності для технологічних ліній // Надійність і ремонт машин у сільському господарстві: Зб. наук. пр.– Львів: Львів. держ. с.-г. ін-т, 1993. – С.27-39.
- 6 Кузьмінський Р., Тимняк Б. Параметри та показники ефективності технологічного процесу відновлення гільз циліндрів двигунів *SOFIM* індукційною наплавкою // Вісник Львів. держ. агр. ун-ту: Агроінженерні дослідження. – Львів, 2003. – № 7. – С. 206–215.
- 7 Масино М.А. Организация восстановления автомобильных деталей. – М.: Транспорт, 1981.– 176 с.
- 8 Некрасов С.В., Колокатов А.М. Восстановление гильз цилиндров плосковершинным хонинго-ванием // Техника в сельском хозяйстве. – 1984. – №10. – С.50 – 52.
- 9 Некрасов С.В., Илямов Х.М. Восстановление гильз цилиндров ДВС (на примере ЗМЗ-53) центро-бежным армированием порошковым сплавом // Сварочное производство. – 1985. - №1. – С. 10.
- 10 Оліскевич М.С. Структурне моделювання відновного технологічного процесу // Механізовані процеси сільськогосподарського виробництва: Зб. наук. Праць. – Львів: Львів. держ. с.-г. ін-т, 1996. – С.41–46.
- 11 Оліскевич М.С. Моделі ремонтної технологічності колінчастих валів двигунів ЗМЗ-53 // Машино-знавство. – 1998. - №2. – С.33–37.
- 12 Пилипенко Н.С., Полиский А.Я. Проектирование технологических процессов восстановления деталей. – М.: МИИСП, 1978. – 56 с.
- 13 Семкович А.Д., Янків В.В., Сидорчук А.В., Кузьминский Р.Д. Алгоритм структурного моделирования восстановительного процесса: Тез. доклад. на Всесоюз. науч.-практ. конф. по восстановлению деталей машин, Рига, 2-5 декабря 1987г. – М.: АгроНИИТЭИТО, 1987.- С.12.
- 14 Танаев В.С., Гордон В.С., Шафранский Я.М. Теория расписаний. Одностадийные системы. – М.: Наука, 1984. – 384 с.
- 15 Танаев В.С., Сотсков Ю.Н., Струсевич В.А. Теория расписаний. Многостадийные системы. – М.: Наука, 1989. – 328 с.

The results of the feasibility-study of the union of the different route of manufacturing processes of the restoring of dry cylinder sleeves of the engines *SOFIM* on single flexibility bay are given.

Изложены результаты обоснования целесообразности объединения в общем потоке процессов восстановления гильз цилиндров двигателей *SOFIM* за различными технологическими маршрутами на основании расчета показателей организационно-технологической совместимости.

Одержано 14.09.05