

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПЕРЕТВОРЕННЯ МОДЕЛЕЙ ДЕТАЛЕЙ РЕМОНТНОГО ВИРОБНИЦТВА В МАТЕМАТИЧНІЙ МОДЕЛІ ПЕВНИХ ЗАГОТОВОК

Гусев А.П.

Розглянуто стан здобуття заготовок для ремонтних робіт. З позиції модульного принципу проаналізована залежність модулів поверхонь деталей від способів здобуття заготовок та перетворення деталей в процесі їх експлуатації в напівфабрикат.

На сьогодні ремонтне виробництво (РВ) вимагає інтенсифікації технологічної підготовки виробництва (ТПВ). Воно повинна базуватися на широкому використанні прогресивних модульних технологічних процесів, як відновлення так і виготовлення ремонтного фонду дорожньо-транспортних засобів (ДТЗ).

Практична реалізація ремонтного виробництва обґрунтувала доцільність здобуття заготовок для деталей двома напрямками. Основним напрямком здобуття заготовок є виготовленням деталей ремонтного фонду, традиційними для автомобілебудування, способами: ливарним, перерозподілом металу, холодним та гарячим штампуванням, обробкою різанням, пресуванням порошків та ін. Додатковий напрямок базується на методі перетворення дефектних деталей в моделі заготовок ремонтного фонду.

Як відомо, для виготовлення деталей будь-якого виробництва, потрібні заготовки. Тому, виготовленню деталей ремонтного виробництва передують визначення і характеристик заготовок. В ремонтному виробництві правильний вибір заготовки надає значний вплив на економічну ефективність проведення відновлювальних робіт складових і ДТЗ в цілому.

Заготовка - деталь, яка має на поверхнях, що підлягають обробці, деякий запас матеріалу [6]. Цей запас називають припуском на обробку. Аналіз літературних витоків показує на те, що визначення терміну «заготовка» має декілька варіантів. На наш погляд, найбільш коректне визначення терміну заготовки приведено в роботі [7]. Автори цієї роботи заготовкою називають напівфабрикат з потрібного матеріалу, який після відповідної обробки перетворюється в деталь, виготовлену відповідно до креслень і технічних вимог. Таке визначення ремонтної заготовки повністю відповідає її функціональному призначенню, якщо дефектну деталь ДТЗ рахувати за напівфабрикат.

Слід відмітити те, що деталь, яка перетворюється у напівфабрикат разом із втратою функціональних властивостей, втрачає відповідність критеріям технологічності конструкції деталей. До таких критеріїв відносять:

- відсутність виконання принципу єдності і постійності баз;
- порушення взаємного розташування модулів поверхонь та їх осей симетрії;
- порушення впливів балансування;
- зміну однорідності діаметрів різбових отворів та ін.

Порушення вимог критеріїв технологічності деталей проявляються у процесі виконання деталями ДТЗ функціональних обов'язків. Відновлення параметрів технологічності ремонтних заготовок -- це її економічна доцільність при заданій якості прийнятих умовах виробництва [8]. Якість відремонтованих ДТЗ складається з якості її складових частин - агрегатів, складальних одиниць, деталей. Відповідність відремонтованої техніки вимогам нормативно-технічної документації дає можливість вважати її придатною для експлуатації. Відповідно, не дотриманість однієї або кількох вимог на ремонт приводять до появи дефектів [10]. Тому, особливу актуальність, на етапі технологічної підготовки ремонтно-обслуговуючого виробництва (РОВ), набувають способи здобуття заготовок деталей ДТЗ.

Заготовки перетворених деталей ДТЗ здобувають, як комплектуючі виробів, і як запасні частини виробів такими способами: зварюванням і наплавленням, обробкою напівфабрикатів деталей методом перерозподілу металу, обробкою металу з прокату холодним і гарячим штампуванням, відновленням синтетичними матеріалами, металізацією, газотермічним напиленням, гальванічним наросуванням, термодифузійним впливом, обробкою різанням та ін.

У самому загальному вигляді матричну математичну модель виготовлення заготовок, будь-яким способом, можна представити у вигляді зв'язків між поверхнями створюваної деталі та способами її отримання (рис. 1).

		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	
Знайти a _{ij} по правилу П _j ∩ C _i	П ₁	a ₁₁	a ₁₂	a ₁₃	a ₁₄	a ₁₅	a ₁₆	a ₁₇	a ₁₈	a ₁₉	При умовах якщо C _i ⊂ П _j , то a _{ij} =1 і a _{ij} =0 в іншому випадку
	П ₂	a ₂₁	a ₂₂	a ₂₃	a ₂₄	a ₂₅	a ₂₆	a ₂₇	a ₂₈	a ₂₉	
	П ₃	a ₃₁	a ₃₂	a ₃₃	a ₃₄	a ₃₅	a ₃₆	a ₃₇	a ₃₈	a ₃₉	
	
	
	
	П ₂₄	a _{1 24}	a _{2 24}	a _{3 24}	a _{4 24}	a _{5 24}	a _{6 24}	a _{7 24}	a _{8 24}	a _{9 24}	
	П ₂₅	a _{1 25}	a _{2 25}	a _{3 25}	a _{4 25}	a _{5 25}	a _{6 25}	a _{7 25}	a _{8 25}	a _{9 25}	
	П ₂₆	a _{1 26}	a _{2 26}	a _{3 26}	a _{4 26}	a _{5 26}	a _{6 26}	a _{7 26}	a _{8 26}	a _{9 26}	
	Функція мети f(a _{ij}) → E > 0										

Рис. 1 Матрична математична модель зв'язків модулів поверхонь заготовок деталей ДТЗ зі способами виготовлення

E – економічний ефект; П – множина поверхонь деталей; C – множина способів виготовлення заготовок: C₁ – обробкою металу з прокату холодним і гарячим штампуванням; C₂ – обробкою напівфабрикатів деталей методом перерозподілу металу; C₃ – обробкою різанням; C₄ – зварюванням і наплавленням; C₅ – газотермічним напиленням; C₆ – гальванічним нарощуванням; C₇ – відновленням синтетичними матеріалами; C₈ – металізацією; C₉ – термодифузійним впливом.

Матрична математична модель зв'язків поверхонь заготовок зі способами відновлення, дозволяє формалізованою мовою, при використанні електронно-обчислюваною техніки (ЕОМ), виявляти, оптимальні варіанти виготовлення заготовок.

Аналіз зв'язків між способами виготовлення заготовок та їх поверхнями, представлених на рис. 1, дозволяє підкреслити наступну особливість здобуття заготовок РВ, яка констатує те, що поряд із способами отримання заготовок на автобудівних підприємствах, ремонтне виробництво здобуває заготовки деталей ДТЗ з деталей, які були в експлуатації і мають пошкодження вищі за допустимі але можуть бути відновлені. На множині сукупностей теоретично-множинного рівня, математична модель етапів перетворення деталей, які були в експлуатації і частково втратили свої властивості, подається у вигляді неорієнтованого графа (рис. 2) на якому множина поверхонь деталей f(D) поділяється на два напрямки.

Перший напрямок формує множину бездефектних модулів поверхонь деталей f(D₁), а другий - множину поверхонь f(Π), які частково втратили свої властивості і підлягають відновленню. Множина модулів поверхонь деталей f(Π) перетворюється на множину підготовчих процесів відновлення f(H). На цьому етапі виконують роботи по зняттю корозії, слюсарно-механічні, рихтувальних та ін. Множина модулів поверхонь деталей f(H) відображається у множину процесів відновлення f(D₁). До таких процесів відносять постановку додаткових деталей, наплавлення, напилення, металізацію та ін.

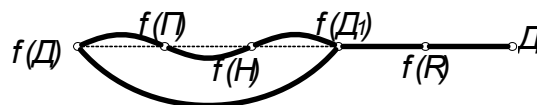


Рис. 2. Графова математична модель перетворення дефектної деталі ДТЗ в ремонтну заготовку і формування з неї деталі.

$f(D)$ – множина модулів поверхонь деталі (D), яка була в експлуатації і має певні пошкодження; $f(D1)$ – множина модулів поверхонь, які були в експлуатації та зберегли свої початкові властивості; $f(\Pi)$ – множина підготовчих процесів; $f(H)$ – нарощування зношених поверхонь деталі і виправлення інших пошкоджень, які виникли у процесі експлуатації деталі; $f(R)$ – сукупність способів перетворення множин поверхонь заготовки до готової деталі.

Приведена на рис. 2 теоретично-множинна модель перетворення дефектної деталі в заготовку ремонтного виробництва дозволяє прослідкувати поступові етапи здобуття готової (з допустимою величиною руйнування) до експлуатації деталі без додаткових впливів, або деталі з дефектами, усунення яких перетворює колишню в експлуатації деталь, у заготовку для деталі, яка підлягає реставрації.

Наведена вище різноманітність способів здобуття заготовок економічно доцільна. Так, з ремонтної практики відомо, що при нетрадиційному для автомобілебудування, способі здобуття заготовок, більшість деталей забракованих через спрацювання, втрачає 1...2% вихідної маси [4], при собівартості відновлення деталі 75...80% від нових. Незначний відсоток витрати загальної маси деталей ДТЗ забезпечується використанням інноваційних технологій під час виготовлення деталей та базуванням автомобілебудування на науково-технічних закономірностях руйнування рухомого складу. Доцільність здобуття заготовок перетворенням і відновленням деталей підтверджена даними з ремонтного виробництва України, Росії, США, Англії, Японії, Німеччини та ін. [1, 4, 8, 9].

В той же час слід підкреслити, що до основних недоліків здобуття заготовок, методом відновлення є - відсутність методології прогнозування їх кількості на певний період часу. Таке прогнозування залежить від сукупності, інтенсивності та величини параметрів руйнування модулів поверхонь деталей, які виконують свої функціональні обов'язки.

Відсутність методології регулювання процесів руйнування зовнішніх і внутрішніх поверхонь та об'єму деталей ДТЗ пояснюється великою множиною параметрів руйнування. Вивчення закономірностей процесів перетворення деталей ДТЗ в заготовки для деталей запасних частин слід розпочинати з аналізу впливів процесів руйнування.

Процеси руйнування обумовлюються різноманітними формами енергій, таких як: механічної, електричної, хімічної, електромагнітної, антигіляційної тощо [3]. Простий перелік впливів тільки енергій вказує на дифузію системи руйнування, яка характеризується наявністю та впливом одночасно багатьох різноманітних факторів, інтерпретувати які простими і функціональними зв'язками неможливо. Тому, вивчення закономірностей перетворення функціонуючих робочих деталей ДТЗ у дефектні, тобто у заготовки, представляється на рівні використання матричних математичних моделей (рис.3, рис.4).

	M_1	M_2	.	.	.	.	.	.	M_{24}	M_{25}	M_{26}	
у	a_{11}	a_{12}$	.	.	.	.	.	.	a_{1\ 24}$	$a_{1\ 25}$	$a_{1\ 26}$	
б	a_{21}	a_{22}$	.	.	.	.	.	.	a_{2\ 24}$	$a_{2\ 25}$	$a_{2\ 26}$	
в	a_{31}	a_{32}$	.	.	.	.	.	.	a_{3\ 24}$	$a_{3\ 25}$	$a_{3\ 26}$	
г	a_{41}	a_{42}$	.	.	.	.	.	.	a_{4\ 24}$	$a_{4\ 25}$	$a_{4\ 26}$	
т	a_{51}	a_{52}$	.	.	.	.	.	.	a_{5\ 24}$	$a_{5\ 25}$	$a_{5\ 26}$	
ж	a_{61}	a_{62}$	.	.	.	.	.	.	a_{6\ 24}$	$a_{6\ 25}$	$a_{6\ 26}$	
з	a_{71}	a_{72}$	.	.	.	.	.	.	a_{7\ 24}$	$a_{7\ 25}$	$a_{7\ 26}$	
і	a_{81}	a_{82}$	.	.	.	.	.	.	a_{8\ 24}$	$a_{8\ 25}$	$a_{8\ 26}$	
і	a_{91}	a_{92}$	.	.	.	.	.	.	a_{9\ 24}$	$a_{9\ 25}$	$a_{9\ 26}$	
к	$a_{10\ 1}$	$a_{10\ 2}$	.	.	.	.	.	.	$a_{10\ 24}$	$a_{10\ 25}$	$a_{10\ 26}$	
л	$a_{11\ 1}$	$a_{11\ 2}$	.	.	.	.	.	.	$a_{11\ 24}$	$a_{11\ 25}$	$a_{11\ 26}$	
м	$a_{12\ 1}$	$a_{12\ 2}$	.	.	.	.	.	.	$a_{12\ 24}$	$a_{12\ 25}$	$a_{12\ 26}$	
н	$a_{13\ 1}$	$a_{13\ 2}$	.	.	.	.	.	.	$a_{13\ 24}$	$a_{13\ 25}$	$a_{13\ 26}$	
о	$a_{14\ 1}$	$a_{14\ 2}$	.	.	.	.	.	.	$a_{14\ 24}$	$a_{14\ 25}$	$a_{14\ 26}$	

Функція мети $f [E] \rightarrow \infty$

При обмежених $M_{1\ 26} = 1 \dots 26$; і умовах $f(y, b, v, \dots, o) \in D_{ij}$ $M_{1\ 26} \subset f: \begin{matrix} 3n \\ Bm \\ Cm \end{matrix}$

Рис. 3. Матрична математична модель перетворення модулів поверхонь деталей по параметрам процесів зношування, втоми та старіння

Зн – параметри процесів руйнування зношуванням; Вт – параметри процесів руйнування міцності; Ст – параметри процесів руйнування старінням; M_{126} - множина модулів поверхонь деталей ДТЗ, які експлуатуються; у – сила тертя; б – коефіцієнт тертя; в – стан поверхні; Т – температура; t – час; ж – додаткові фактори; з – амплітуда коливань; і – кількість циклів; к – скрита теплота плавлення; л – механічний еквівалент тепла; м – концентрація напружень; н – утворення центрів кристалізації; о – процес розпаду мартенситу; м – витрати молекул.

Побудова та використання моделей прогнозування необхідні для одержання інформації про кількість дефектних деталей за період їх життєвого циклу. Знання терміну заміни деталей є одним з основних напрямків технологічної підготовки ремонтного виробництва. Вони визначають сумарну потребу запасних частин з автозаводів та підприємств по відновленню деталей.

Забезпечення ремонтного виробництва завжди було проблемою як на етапі ТПРВ, так і під час виконання ремонтних робіт на діючих підприємствах. Тому, одним з напрямків покращення забезпечення запасними частинами ремонтних підприємств є володіння інформацією про: кількість запасних частин, які треба виготовити, якщо це можливо; забезпечення виробників запчастин заготовками іншими економіко-організаційними перетвореннями.

	m	n	o	η	q	t	ж	k	j	i	T	r	f	l	b	c
M ₁	a ₁₁	a ₁₂	a ₁₃	a ₁₄	a ₁₅	a ₁₆	a ₁₇	a ₁₈	a ₁₉	a ₁ 10	a ₁ 11	a ₁ 12	a ₁ 13	a ₁ 14	a ₁ 15	a ₁ 16
M ₂	a ₂₁	a ₂₂	a ₂₃	a ₂₄	a ₂₅	a ₂₆	a ₂₇	a ₂₈	a ₂₉	a ₂ 10	a ₂ 11	a ₂ 12	a ₂ 13	a ₂ 14	a ₂ 15	a ₂ 16
M ₃	a ₃₁	a ₃₂	a ₃₃	a ₃₄	a ₃₅	a ₃₆	a ₃₇	a ₃₈	a ₃₉	a ₃ 10	a ₃ 11	a ₃ 12	a ₃ 13	a ₃ 14	a ₃ 15	a ₃ 16
.
.
.
.
.
.
M ₂₄	a ₂₄ 1	a ₂₄ 2	a ₂₄ 3	a ₂₄ 4	a ₂₄ 5	a ₂₄ 6	a ₂₄ 7	a ₂₄ 8	a ₂₄ 9	a ₂₄ 10	a ₂₄ 11	a ₂₄ 12	a ₂₄ 13	a ₂₄ 14	a ₂₄ 15	a ₂₄ 16
M ₂₅	a ₂₅ 1	a ₂₅ 2	a ₂₅ 3	a ₂₅ 4	a ₂₅ 5	a ₂₅ 6	a ₂₅ 7	a ₂₅ 8	a ₂₅ 9	a ₂₅ 10	a ₂₅ 11	a ₂₅ 12	a ₂₅ 13	a ₂₅ 14	a ₂₅ 15	a ₂₅ 16
M ₂₆	a ₂₆ 1	a ₂₆ 2	a ₂₆ 3	a ₂₆ 4	a ₂₆ 5	a ₂₆ 6	a ₂₆ 7	a ₂₆ 8	a ₂₆ 9	a ₂₆ 10	a ₂₆ 11	a ₂₆ 12	a ₂₆ 13	a ₂₆ 14	a ₂₆ 15	a ₂₆ 16

a_{ij} формувати по правилу a_{ij}=1, якщо f(m,n,o...c) ⊂ M₁₂₆

Функція мети f(E) → ∞

Рис. 4. Матрична математична модель перетворення модулів деталей (Діj) ДТЗ, які знаходяться в експлуатації на модулі поверхонь заготовок ремонтного виробництва

M_{126} - множина модулів поверхонь деталей ДТЗ, які експлуатуються; m – міцні властивості матеріалу; n – зовнішні навантаження; o – структура матеріалу; □ - молекулярне зчеплення; q – стан кристалічних ґраток; t – час; ж – додаткові параметри; j – точкові дефекти матеріалу; і – дифузія; Т – температура; r – дислокації; k – сила току; f – різниця потенціалу; l – тривалість змочування; b – частота змочування; c – агресивність середовища.

Слід відмітити, що на сучасному етапі розвитку науково-технічної інформації відсутня як теоретична, так і науково-практична методика досліджень швидкості перетворень деталей у

заготовки. Це пояснюється відсутністю множин інструментів для прогнозування швидкості руйнування деталей на етапі їх функціонування [3]. Так для побудови математичних моделей за факторами міцності, старіння, зношування, корозії, втоми тощо приймають участь не менш як сім параметрів, а за фактором деформації – шість. З врахуванням коливань значень кожного з параметрів та факторів, кількість перестановок (результатів з моделей) настільки велика, що вибір оптимального варіанту є проблематичним. Тому, для спрощення розрахунків оптимальної величини сумарного впливу параметрів на руйнування деталей ДТЗ, на наш погляд, слід використовувати матричні математичні моделі, які й будуть початковим кроком до методики визначення життєвого циклу деталей ДТЗ ще на етапі ТВРВ. Розроблені матричні математичні моделі (рис.3 та рис.4) являються продовженням моделі R для визначення ресурсу деталі [3]:

$$R=f(r; V; w; M_1; M_2; z),$$

де r – структурні особливості матеріалу; V – об'єм деталі, w – параметр конструктивних особливостей деталі, M_1 – параметр множини, який визначає внутрішні умови роботи деталі, M_2 – параметр множини, який визначає зовнішні умови роботи деталі; z – інші аргументи.

Приведені на рис. 3 і 4, та в роботі [3] математичні моделі відносяться до групи моделей розсіювання випадкових величин і можуть бути реалізовані у ремонтному виробництві як початкова інформація про функціональний стан деталей ДТЗ.

З врахуванням наведеного та з метою рішення проблеми запасних частин, раціонально констатувати наступне:

- виготовлення заготовок та деталей, запасних частин сучасного РС повинно бути передбачено модульною системою ТПП і ТО ремонтного виробництва;
- проектування модульних технологічних процесів виготовлення та розробка креслень заготовок на ремонтного виробництві повинно передувати запуску у виробництво РС ускладнених номінальних та модернізованих конструкцій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Базров Б.М. Модульная технология в машиностроении. – М.: «Машиностроение», 2001. – 368с., ил.
2. Божидарнік В.В. Гусев А.П. Основи технології виробництва і ремонт автомобілів: Навчальний посібник. - Луцьк: Надстир'я, 2007.- 320 с. рис., табл.
3. Конарчук В.Е., Чигиринець А.Д., Голяк О.Л., Шоцький П.М. Технологія і обладнання для відновлення автомобільних деталей. – К.: ІСДО, 1993. – 480с.
4. Теория авторемонтного производства. Мальшев Г.А., «Транспорт», 1977. – 224с.
5. Технология авторемонтного производства. Под. ред. К.Т. Кошкина. Изд-во «Транспорт» 1969г., стр. 1-568.