



СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ОРІЄНТОВАНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ПРЕС-ФОРМ

*Ступницький В.В., к.т.н., доцент, Ступницька Н.В., к.т.н., доцент
Національний університет «Львівська політехніка»*

Системний підхід до технологічного забезпечення працездатності деталей базується, з одного боку, на оцінці показників якості деталей, що характеризують їх геометричну форму, мікротопологію поверхневого шару та його фізико-механічні властивості (в т.ч. залишкові) залежно від технологічних чинників і, з іншого боку, на прогнозуванні експлуатаційних властивостей (зносостійкості, контактної жорсткості, корозійної стійкості тощо) деталей залежно від їх показників якості. Очевидно, що забезпечення лише окремих локальних показників якості виробів не гарантуватиме оптимальні експлуатаційні властивості виробу в цілому, натомість необхідно проектувати функціонально-орієнтований технологічний процес, що базується на аналізі сукупності взаємопов'язаних експлуатаційних показників виробу.

В сучасному машинобудуванні особливу складність представляє виготовлення різних деталей штампів і пресформ та ін. Це обумовлено їх високою точністю, низькою шорсткістю функціональних поверхонь, значними температурними флуктаціями в процесі експлуатації (до 500-700°C), складним матеріалом цих деталей з точки зору його оброблюваності, високою частотою та інтенсивністю циклічних та знакозмінних навантажень тощо. Особливу увагу при експлуатації прес-форм приділяють виштовхувачам. Відповідно до наведеної в [1] статистики відмов функціональних деталей та вузлів прес-форм, на систему виштовхування припадає 25-30% всіх збоїв при роботі та поломок цих виробів.

Розглянемо реалізацію 2-х варіантів маршруту оброблення найбільш точних циліндричних поверхонь виштовхувачів на викінчувальній операції.

1-й варіант. Викінчувальне шліфування абразивним кругом.

2-й варіант. Тонке точіння лезовим інструментом з синтетичним полікристалічним алмазом - карбонадо (в якості приклада запропоновано використання РСД універсальної марки СТМ302 компанії ElementSix [2]).

Для визначення основних критеріїв ефективності функціонально-орієнтованого технологічного процесу оброблення вищенаведених виштовхувачів прес-форми, необхідно проаналізувати механізми формування параметрів зносостійкості, втомної міцності, корозійної стійкості тощо. Для цього в САЕ-системі побудуємо імітаційну реологічну модель формоутворення основних функціональних поверхонь виштовхувачів та визначимо показники напружено-деформованого стану (в т.ч. залишкові), параметри мікротопології поверхні та його структурно-фазового стану в результаті різання [3]. Результати експериментальних та аналітичних досліджень наведені в таблиці 1.



Таблиця

Порівняльна таблиця результатів аналітичних та експериментальних досліджень фінішного оброблення виштовхувача прес-форми (матеріал заготовки - сталь 3X2B8Ф)

		Результати аналітичних досліджень в системі Deform2D	Середньостатистичні результати експериментальних та виробничих досліджень (НВО «Інтертерм»)	
Параметри		Фінішне токарне оброблення інструментом з синтетичним полікристалічним алмазом СТМ302 (режими різання: S=0,05 мм; t=0,12 мм; V=50,2 м/хв)	Шліфування алмазним кругом АСВ 125/100 М5-2 (режими різання V _к = 31 м/с, t = 0,01 мм, S _п = 6 м/хв)	
Параметри мікротопології поверхні	Ra, мкм	1,125	1,29	1,22
	Δ ₁ , мкм	0,625	-	
	Δ ₂ , мкм	0,39		
	Δ ₃ , мкм	0,13		
	Rpk, мкм	0,30	0,28	0,43
	Rk, мкм	0,75	0,84	0,61
	Rvk, мкм	0,12	0,17	0,18
	Rmax	-	2,0	2,2
	r	-	35	20
	b	-	2,0	1,29
	v	-	1,7	1,9
	$\Delta = \frac{R \max}{rb^{\frac{1}{v}}}$	-	0,024	0,096
Залишкові напруження	$\pm\sigma_{зал_1}$, МПа ¹	+170	-	
	$\pm\sigma_{зал_2}$, МПа	-5		
	$\pm\sigma_{зал_Σ}$, МПа	+165	+143	-130
кові дефор	Глибина наклепу h ₃ , мм	0,12	-	-



Розрахунок ненормалізованих локальних критеріїв оптимізації за кваліметричними показниками [4] для фінішного токарного оброблення функціональної поверхні виштовхувача прес-форми інструментом з синтетичним полікристалічним алмазом СТМ302 (режими різання: $S=0,05$ мм; $t=0,12$ мм; $V=50,2$ м/хв) становить для даного прикладу за відносними показниками зносостійкості $Q_1 = 0,28$; за коефіцієнтом запасу втомної міцності $Q_2 = 0,30$; за параметром триботехнічної якості спряжень $Q_3 = 0,10$; за параметром корозійної стійкості $Q_4 = -0,14$; за коефіцієнтом запасу рідинного трибоконтракту $Q_5 = -0,17$. Остаточо узагальнений критерій оптимізації, що визначається за методикою [4], дорівнює $F_1 = 0,383$. Оскільки в даному прикладі порівнювались лише 2 варіанти технологічного процесу, узагальнений критерій оптимізації для випадку шліфування функціональної поверхні виштовхувача прес-форми алмазним кругом АСВ 125/100 М5-2 (режими різання $V_k = 31$ м/с, $t = 0,01$ мм, $S_n = 6$ м/хв), становитиме відповідно $F_2 = -0,383$.

Таким чином, варіант фінішного токарного оброблення функціональної поверхні виштовхувача прес-форми інструментом з синтетичним полікристалічним алмазом СТМ302 у порівнянні з шліфуванням алмазним кругом АСВ 125/100 М5-2 є більш оптимальним за інтегральним кваліметричним показником, що системно характеризує зносостійкість, втомну міцність, триботехнічну якість спряжень, корозійну стійкість та параметр забезпечення несучої здатності мастильного шару і отримується як результат формування в процесі формоутворення мікротопології поверхневого шару, залишкових напружень і деформацій.

Література

1. Сорокин В.Ф. *Компьютерная технология подготовки производства лопаток авиационных двигателей // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии.* - Х.: НАКУ «ХАИ». - 2003.-Вып. 17.-С. 57-63.
2. Smith G. *Cutting Tool Technology: Industrial Handbook.* London: Springer-Verlag London Limited, 2008. 559 p.
3. Ступницький В.В. Використання САF-системи як основи формування функціонально-орієнтованих технологій машинобудівного виробництва // Вісник НУ "Львівська політехніка" "Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль в машинобудуванні і приладобудуванні", 2012, №746, с. 40-45.
4. Ступницький В.В. Структурно-параметрична оптимізація технологічних процесів при забезпеченні експлуатаційних властивостей деталей // Східно-Європейський журнал передових технологій», Харків.- 2014, №2/3(68). – с.9-16