

Рис. 7. Характер зламів після направленої зміцнення

Дослідження зламів від втомленості (рис. 7) підтверджує допущення про вирішальний вплив на циклічну міцність відповідності “слабких” напрямків із середніми напруженнями, що виникають під час підвантаження статичним крученням. З рис. 7 видно, що руйнування поверхневих шарів зразка із високоміцної сталі відбувається по лінії головних поперечних напружень.

Аналіз виконаних досліджень технологічної операції за параметрами зміцнення показує, що спрощений підхід до такого забезпечення інколи призводить до грубих помилок, оскільки можна знехтувати рядом важливих технологічних факторів, умов і законів механіки руйнування.

1. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. М., 1978. 2. Николаев В.И., Брук В.М. Системотехника: методы и приложения. Л., 1985. 3. Хубка В. Теория технологических систем. М., 1987. 4. Чихос Х. Системный анализ в триботехнике. М., 1982. 5. Романів О.М., Кукляк М.Л. Про зв'язок ефективної температури відпуску після термомеханічної обробки з особливостями процесу руйнування сталі / Доп. АН УРСР. 1967. № 10. Сер. А. 6. Шепеляковский К.З. Упрочнение деталей машин поверхностной закалкой при индукционном нагреве. М., 1971. 7. Thomson R.E. TASM, 1963. 56. 8. Бернштейн М.Л. Термомеханическая обработка стали. Т.1. 596 с. Т.2. 1082 с. М., 1967.

УДК 621.924

М.Л. Кукляк\*, В.В. Ступницький\*, І.І. Броцак\*\*

\* Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра технології машинобудування,

\*\* Тернопільський державний технічний університет ім. І.Пулюя,  
кафедра технології машинобудування

## ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ РІЗАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ

©Кукляк М.Л., Ступницький В.В., Броцак І.І., 2001

**Встановлений економічний критерій вибору оптимальних конструкторських рішень металорізальних інструментів. Розглянутий приклад розрахунку економічної ефективності використання адаптивних свердл ежекторного типу.**

**The economic criterion of a choice of optimum designer tools solutions is established. The example of economic efficiency use account of adaptive drills eject type is considered.**

Вибираючи конструктивне рішення різальних інструментів, необхідно брати до уваги передусім економічні аспекти і, певною мірою, технологічні міркування. Зважаючи на економічний фактор, слід враховувати всі складові собівартості операцій, на які має вплив

конструкція використаного інструменту. До них належать : вартість оброблення, величина амортизації інструменту, вартість його загострення та вартість заміни.

Вартість оброблення  $K_{обр}$  описується залежністю:

$$K_{обр} = t_{обр} \cdot K_o, \text{ грн.}, \quad (1)$$

де  $t_{обр}$  – час обробки, хв;  $K_o$  – вартість використання верстата, грн./хв.

Вартість амортизаційних відрахувань на інструмент описується формулою:

$$K_{Та} = \frac{C_n - C_z}{i_T} \approx \frac{C_n}{i_T}, \text{ грн./хв}, \quad (2)$$

де  $C_n$  – ціна нового інструменту в грн.;  $C_z$  – вартість використаного інструменту в грн.;  $i_T$  – кількість періодів стійкості.

Оскільки вартість використаного (зруйнованого) інструменту , що не підлягає відновленню, порівняно з новим значно менша, допускаємо, що  $C_z = 0$ .

Трудомісткість виготовлення інструменту суттєво залежить від серійності інструментального виробництва. Як приклад розрахунку ефективності різних конструктивних варіантів інструменту проаналізуємо доцільність застосування адаптивних свердл ежекторного типу (рис. 1) порівняно з традиційною конструкцією аналогічного свердла за ТУ 2-035-859-81 [1].

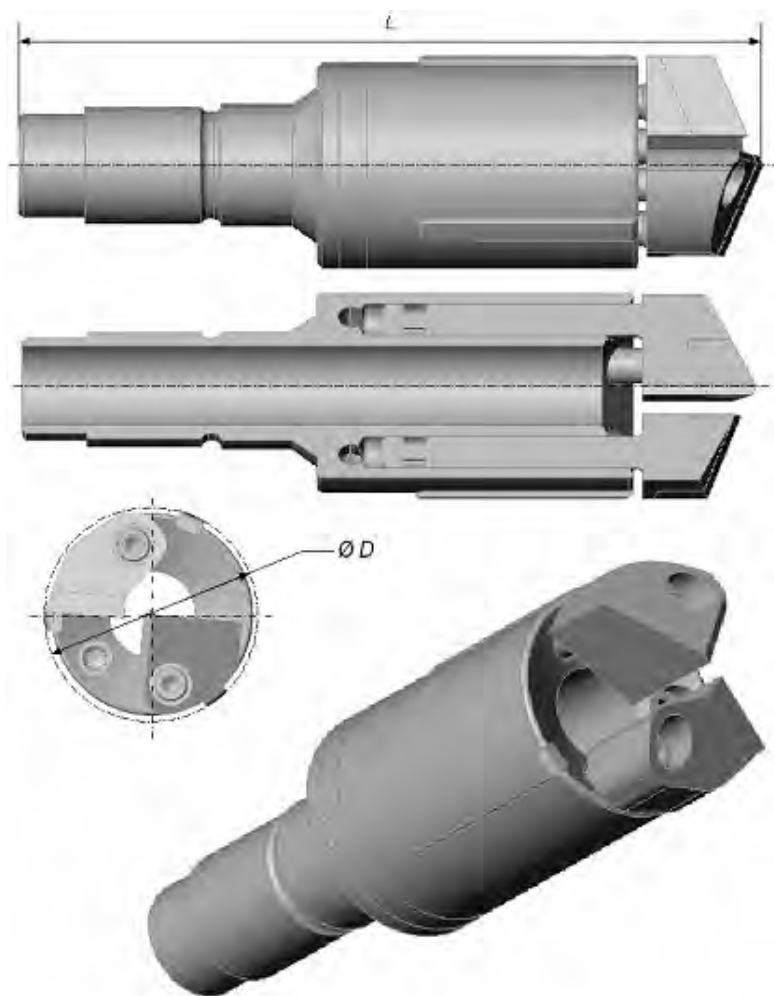


Рис. 1. Конструкція адаптивного свердла ежекторного типу

Розрахунок річної верстагомісткості та собівартості інструментів

№ п/п	Типорозмір інструменту	Маса, кг	K <sub>М</sub>	Річна програма	K <sub>ср</sub>	D · L, мм <sup>2</sup>	K <sub>окл</sub>	K <sub>о</sub>	Верстаго-місткість	Собівартість, грн.	
										адаптивний	звичайний
	Ø50	1,4	1,0	100	1,0	8500	1,0	1,0	214,20	16,40	13,90
				500	0,72						
				1000	0,63						
				5000	0,45						
	Ø60	1,8	1,28	100	1,0	12000	1,41	1,8	385,56	29,52	25,02
				500	0,72						
				1000	0,63						
				5000	0,45						
	Ø70	2,6	1,85	100	1,0	16100	1,9	3,51	751,84	57,56	48,78
				500	0,72						
				1000	0,63						
				5000	0,45						
	Ø80	3,2	2,29	100	1,0	21040	2,47	5,66	1212,37	92,82	78,66
				500	0,72						
				1000	0,63						
				5000	0,45						
								2,54	544,07	41,66	35,31

Пронормувавши технологічні операції виготовлення свердла адаптивного діаметра  $\varnothing 50$  мм в умовах дрібносерійного виробництва (100 шт./рік) [2] і врахувавши витрати на експлуатацію основного технологічного обладнання [3], отримуємо сумарну верстатомісткість оброблення деталей та складання вузла за штучно-калькуляційним часом – 214,2 хв, а собівартість інструменту становитиме 16 грн. 40 коп. (з них 4 грн. 25 коп. – вартість матеріалів). При цьому свердло неадаптивного типу за рахунок відсутності складальних операцій та деяких операцій механічного оброблення згідно з попереднім нормуваннями на основі [3] становить відповідно 181,5 хв і 14 грн. 50 коп.

Верстатомісткість інструментів інших типорозмірів у різних умовах та типах виробництва визначаємо за верстатомісткістю цієї базової конструкції з врахуванням їх різниці за масою, серійністю та складністю механічної обробки. Різниця за кожним параметром оцінюється відповідним коефіцієнтом зведення:

$$T_i = T \cdot K_o, \quad (3)$$

де  $T_i$  – верстатомісткість  $i$ -го інструменту, н.год;  $T$  – верстатомісткість базового інструменту, н.год;  $K_o$  – коефіцієнт зведення, який визначається за формулою:

$$K_o = K_M \cdot K_{сер} \cdot K_{скл}, \quad (4)$$

де  $K_M$  – коефіцієнт зведення за масою;  $K_{сер}$  – коефіцієнт зведення за серійністю;  $K_{скл}$  – коефіцієнт зведення за складністю.

За специфікаціями і кресленнями деталей, які входять у інструменти, визначаємо їх масу, виробничу програму, кількість оброблюваних поверхонь і розраховуємо коефіцієнти зведення за масою, серійністю, складністю і загальний. При цьому коефіцієнти зведення базового інструменту приймаємо за одиницю.

Коефіцієнт зведення за масою  $K_M$  визначається за формулою:

$$K_M = \left( \frac{Q_x}{Q} \right)^{2/3}, \quad (5)$$

де  $Q_x$  – маса приведенного інструменту, кг;  $Q$  – маса базової конструкції, кг.

Коефіцієнт зведення за серійністю  $K_{сер}$  визначається залежно від співвідношення річних програм за формулою:

$$K_{сер} = \left( \frac{N_x}{N} \right)^{0,20}, \quad (6)$$

де  $N_x$  – виробнича програма приведенного інструменту;  $N$  – виробнича програма базового представника.

Коефіцієнт зведення за складністю визначили за формулою:

$$K_{скл} = \left( \frac{D_x \cdot L_x}{D \cdot L} \right)^{1/2}, \quad (7)$$

де  $D_x$  і  $L_x$  – типорозміри зведеного інструменту;  $D$  і  $L$  – типорозміри базового інструменту;

Всі розрахунки звели у таблицю (див. таблицю).

Аналіз технологічних можливостей запропонованого адаптивного інструменту показав, що для досягнення заданих конструкторських показників якості оброблюваної поверхні порівняно з традиційним інструментом за ТУ 2-035-859-81 продуктивність підвищується в 1,3–1,5 рази. Таким чином, кількість перезагострень зменшується аналогічно. Середньостатистична кількість перезагострень, зважаючи на конструкцію даного інструменту [1], – 10. Вартість одного перезагострення:

$$C_{\text{заг}} = t_{\text{заг}} \cdot V_{\text{заг}}, \quad (8)$$

де  $t_{\text{заг}}$  – час загострення, год ( $t_{\text{заг}} = 6,2$  хв);  $V_{\text{заг}}$  – вартість загострення, разом із зарплатою робітника, амортизаційними відрахуваннями на верстат і витратами на експлуатацію основного технологічного обладнання, інструмент тощо, грн./год ( $V_{\text{заг}} = 8,5$  грн./год).

Тоді  $C_{\text{заг}} = 0,87$  грн., а враховуючи кількість перезагострень  $\Sigma C_{\text{заг}} = 8,7$  грн. Причому для адаптивного інструменту ця величина  $\Sigma C_{\text{заг}} = 6,2$  грн.

Крім того, підвищення продуктивності роботи обладнання зменшує витрати на експлуатацію основного технологічного обладнання та оплату праці основним робітникам на 40 %.

Порівняльна характеристика вартості різних інструментів з врахуванням витрат на їх експлуатацію подана на рис. 2.

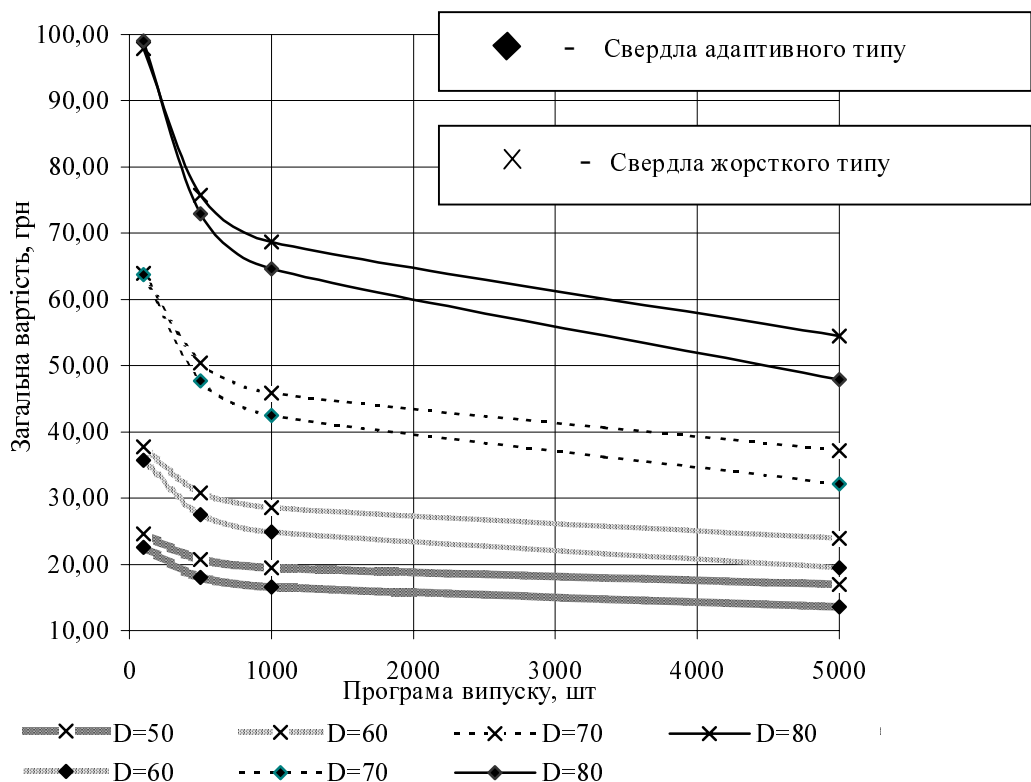


Рис. 2. Порівняльна характеристика вартості адаптивних та жорстких свердел з врахуванням витрат на їх експлуатацію

Аналіз цих залежностей дає змогу зробити висновок про економічну ефективність використання адаптивних свердел, особливо в умовах збільшення програми їх випуску.

1. *Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мецеракова. М., 1985.* 2. *Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени обслуживания рабочих мест и подготовительно-заключительное время для технического нормирования станочных работ. Крупносерийное производство. М., 1974.* 3. *Расчеты экономической эффективности новой техники: Справочник / Под общ. ред. К.М. Великанова. Л., 1990.*