

## Удосконалення розмірної обробки твердосплавних прокатних валків біполярним інструментом

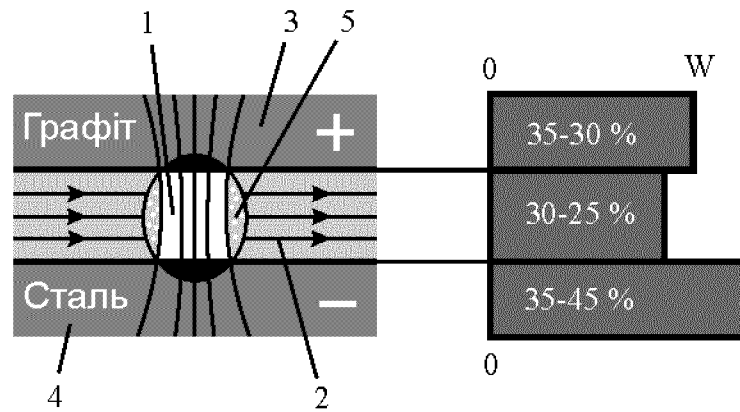
Запропоновано та розроблено новий спосіб розмірної обробки твердосплавних валків біполярним інструментом, що дозволяє виконувати одночасну обробку двох деталей за один хід шпинделя з прогнозованим зніманням з них різних припусків. При цьому цикл обробки зменшується в 2,0 – 2,5 рази.  
**електрична дуга, твердосплавний валок, полярність обробки, біполярний режим обробки, етапи обробки, співвідношення проміжних та загальних припусків**

Прокатні валки для чистових клітей дротяних станів являють собою кільцеві деталі, які виготовляють із твердого сплаву ТС-15 [1]. Точність розмірів і потрібна шорсткість поверхні твердосплавного прокатного валка забезпечуються шліфуванням алмазним інструментом. При оптимальному режимі шліфування час обробки одного валка складає до 8 - 10 змін. Проблема попередньої чорнової обробки твердосплавного прокатного валка ще більш загострюється при використанні оригінальної технології його виготовлення із пари відпрацьованих твердосплавних валків, коли виникає потреба знімання великого об'єму матеріалу з боку торцевої поверхні. Застосування відомих електроерозійних методів для обробки твердосплавних валків (електроіскрового, електроімпульсного) суттєво обмежена продуктивністю обробки, так як енергія при їх реалізації підводиться в зону обробки з паузами.

Відомий високопродуктивний спосіб розмірної обробки електричною дугою плоских торцевих поверхонь [2], в якому енергія вводиться в зону обробки безперервно, а інструментом є електрична дуга, що горить в торцевому міжелектродному зазорі в потужному гідродинамічному потоці робочої рідини. Для реалізації обробки торцевої поверхні твердосплавного валка дугу збуджують між графітовим електродом-інструментом та торцевою поверхнею валка, а в якості робочої рідини використовують органічне середовище. Останнє разом з графітовим електродом-інструментом забезпечує його найменший (менше 1 %) відносний лінійний знос. В результаті промислового випробування була зафіксована продуктивність чорнової обробки прокатного валка із твердого сплаву ТС-15 на рівні  $M = 3100 \text{ мм}^3/\text{хв.}$ , що в 17...20 разів перевищує продуктивність чорнового шліфування алмазними тарілчастими кругами діаметром 250 мм. Таким чином, експериментально доведена доцільність використання способу розмірної обробки електричною дугою для високопродуктивної обробки твердосплавних прокатних валків сучасних дротяних станів.

В роботі [3] показано, що енергія в процесі розмірної обробки електричною дугою сталеві заготовки графітовим електродом-інструментом, витрачається (рис. 1):

- на руйнування матеріалу заготовки (приблизно 35-45 %);
- на існування стовпа дуги та забезпечення потрібного гідродинамічного потоку робочої рідини в міжелектродному проміжку (приблизно 30-25%);
- для руйнування матеріалу електрода-інструмента (приблизно 35-30 %).



1 –електрична дуга; 2 – гідродинамічний потік; 3 – електрод-інструмент; 4 – електрод-заготовка;  
5 – газова порожнина

Рисунок 1 – Якісна оцінка розподілу енергії в робочій зоні при реалізації процесу РОД

Подальше підвищення продуктивності обробки твердосплавних прокатних валків пов'язано з корисним використанням енергії, що витрачається для руйнування матеріалу електрода-інструмента. В цьому зв'язку в роботі [1] запропоновано спосіб розмірної обробки електричною дугою твердосплавних валків, в якому графітовий електрод-інструмент відсутній, а його функцію виконують два однакових твердосплавних валка, що обробляються одночасно в біполярному режимі. При цьому обробку здійснюють при дзеркальному розташуванні торцевих поверхонь валків і поступовому осьовому відносному їх зустрічному русі, з вилученням робочої рідини із торцевого міжелектродного зазору крізь співвісні отвори в валках, причому режим обробки – біполярний за силою технологічного струму зі зміною частоти у межах від 0,01 до 50 Гц. Даний спосіб дозволяє обробляти рівномірний припуск одночасно на двох деталях.

Однак, у відомому способі, у зв'язку з уніполярністю обробки, унеможлиблюється одночасна обробка двох деталей з прогнозованим зніманням з них різних припусків за один хід шпинделя. Тому процес здійснюють за методом поступового наближення: в багатозупинному режимі з проміжним вимірюванням величин залишкових припусків та з корегування режиму обробки. Останнє суттєво подовжує цикл обробки деталей та підвищує їх вартість.

Таким чином, метою роботи є підвищення ефективності одночасної розмірної обробки електричною дугою плоских торцевих поверхонь двох твердосплавних валків з різними припусками на обробку за рахунок скорочення циклу обробки.

Дана задача вирішується за рахунок того, що обробку здійснюють в два етапи зі зміною полярності сили технологічного струму: на першому етапі – на уніполярному режимі обробки (пряма або зворотна полярність), що забезпечує нерівномірне знімання частини припуску до моменту вирівнювання його залишку на обох деталях, а на другому етапі – на біполярному режимі обробки зі зміною частоти у межах від 0,01 до 50 Гц, що забезпечує рівномірне знімання залишкового припуску, причому величини проміжних припусків пов'язані з величинами загальних припусків деталей співвідношеннями

$$P_{n1} = \frac{K_M(P_1 - P_2)}{K_M - 1}; \quad P_{n2} = \frac{P_1 - P_2}{K_M - 1}; \quad P_k = P_1 - \frac{K_M(P_1 - P_2)}{K_M - 1},$$

де  $P_1, P_2$  - загальні припуски обробки, відповідно, першої та другої деталі, які задаються кресленням, причому  $P_1 < P_2$ ;

$\Pi_{n1}, \Pi_{n2}$  - припуски обробки, відповідно, першої та другої деталі на уніполярному режимі, що відповідають першому етапу обробки;

$K_M = \Pi_{n1} / \Pi_{n2}$  - співвідношення, що визначається експериментально і пов'язано з уніполярністю обробки та відповідає вибраній полярності першого етапу, режиму обробки, матеріалу та геометричним параметрам деталей;

$\Pi_K$  - залишковий рівномірний припуск на кожен деталь, що відповідає другому етапу обробки.

Перед початком роботи (рис. 2) деталь 1, що підлягає обробки, закріплюють на верхньому шпинделі верстата (на схемі не показано), а таку ж саму деталь 2, що теж підлягає обробки, закріплюють на столі верстата (на схемі не показано). Кріплення забезпечує дзеркальне розташування торцевих поверхонь 3, 4, що обробляються. При цьому попередньо виконані технологічні отвори 5, 6 в деталях 1, 2 повинні бути співвісні. Величини припусків обробки деталей 1, 2  $\Pi_1, \Pi_2$  - різні, причому  $\Pi_1 < \Pi_2$ .

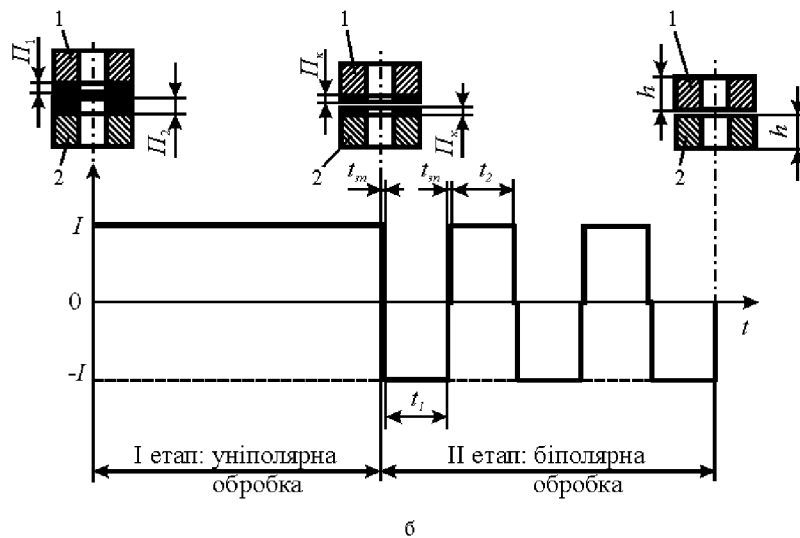
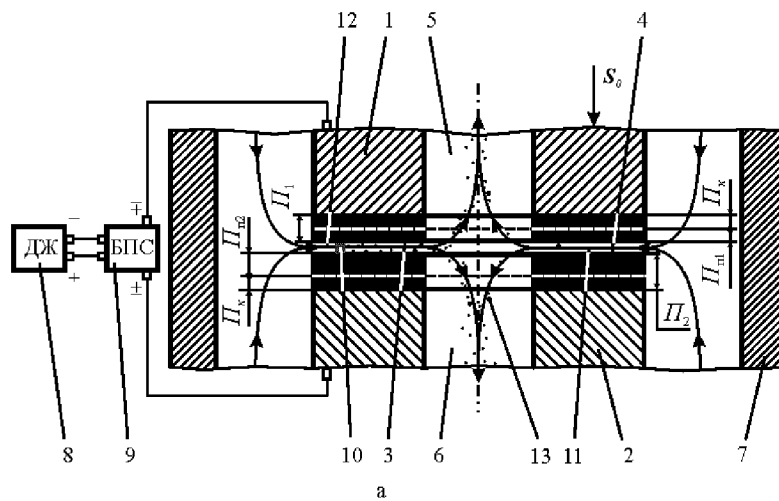


Рисунок 2 – Схема способу РОД, що пропонується (а) та графік зміни полярності (б)

Зону обробки обмежують герметичною камерою 7. Далі вмикають електродвигун насоса подачі робочої рідини (наприклад, рідини на базі органічного середовища) в камеру 7 верстата під технологічним тиском (у межах 0,2–4 МПа), вмикають джерело живлення постійним технологічним струмом 8, встановлюють необхідний уніполярний режим роботи (обробка на прямій або на зворотній полярності; при цьому вихідна частота на біполярному перетворювачу струму 9 дорівнює нулю Гц) і ведуть перший етап обробки торцевих

поверхонь 3, 4 одночасно двох деталей 1, 2 електричною дугою 10 з використанням автоматичної системи слідкування (на фігурах не показана) за торцевим міжелектродним зазором 11. В процесі обробки електрична дуга 10 горить між торцевими поверхнями 3, 4 деталей 1, 2 в потужному гідродинамічному потоці робочої рідини 12, який відповідає за якість обробки та забезпечує оптимальні умови евакуації продуктів ерозії 13 із зони обробки. Внаслідок того, що торцеві поверхні 3, 4 деталей 1, 2 розташовані дзеркально, а також завдяки тому, що технологічні отвори 6, 7 співвісні, гарантується 100 % охоплення площі обробки торцевих поверхонь 3, 4 обох деталей 1, 2. Після досягнення розрахункової величини залишкового рівномірного припуску  $P_k$  (формула наведена нижче), переходимо до реалізації другого етапу обробки – біполярної обробки деталей. Біполярний за силою технологічного струму режим обробки забезпечує рівномірне знімання припуску з обох деталей. Силу струму змінюють з частотою у межах від 0,01 до 50 Гц, причому нижня межа відповідає більшій площі обробки торцевої поверхні ( $< 400 \text{ мм}^2$ ), а верхня – меншій. Період циклу  $T$  біполярного режиму обробки визначається за формулою:

$$T = t_1 + t_2 + 2t_{3n},$$

де  $t_1$  - час горіння дуги при «+» на деталі 1 та «-» на деталі 2;

$t_2$  - час горіння дуги при «-» на деталі 1 та «+» на деталі 2.  $t_1 = t_2$ ;

$t_{3n}$  - час захисної паузи (час гарантованого вмикання або вимикання транзистора).

Для сучасних вітчизняних біполярних силових транзисторів середній час захисної паузи не перевищує 0,000001 с. Тоді, для вибраного діапазону частот зміни струму час двох захисних паузи складає 0,000002...0,01 % від величини періоду циклу  $T$ . Таким чином, така мала частка пауз, що спостерігається при реалізації даного способу, практично не зменшує продуктивність обробки, порівняно з продуктивністю при постійному струмі.

Слід відмітити, що можливість реалізації способу, який пропонується, обмежується умовою:  $P_{n1} \leq P_1$  та  $P_{n2} \leq P_2$ . При невиконанні цієї умови унеможливується процес отримання рівномірного припуску під біполярну обробку.

Наведені вище формули отримані як результат розв'язку наступної системи рівнянь, які витікають із суті способу обробки, що пропонується:

$$\begin{cases} P_1 = P_{n1} + P_k \\ P_2 = P_{n2} + P_k \\ P_{n1} / P_{n2} = K_M \end{cases}$$

Використання способу одночасної розмірної обробки електричною дугою торцевих поверхонь двох твердосплавних валків з різними припусками на обробку, що пропонується, порівняно з відомим, підвищує ефективність обробки та дозволяє зменшити цикл обробки деталей в 2,0 - 2,5 рази.

## Список літератури

1. Сіса О. Ф., Боков В. М. Розмірна обробка твердосплавних прокатних валків біполярним інструментом // Прогресивні технології і системи машинобудування: Міжнародний збірник наукових праць. – Донецьк: ДонНТУ, 2009. Вип. 38. – С. 209-213.
2. Носуленко В. И., Мещеряков Г. Н. Размерная обработка металлов электрической дугой // Электронная обработка материалов. – 1981. – № 1. – С. 19-23.
3. Боков В. М. Розмірне формування поверхонь електричною дугою. – Кіровоград: Поліграфічно-видавничий центр ТОВ «Імекс ЛТД», 2002. – 300 с.

*В. Боков, О. Сіса, М. Попова*

**Усовершенствование размерной обработки твёрдосплавных прокатных валков биполярным инструментом**

Предложен и разработан новый способ размерной обработки твердосплавных валков биполярным инструментом, позволяющий выполнять одновременно обработку двух деталей за один ход шпинделя с прогнозируемым снятием с них разных припусков. При этом цикл обработки деталей уменьшается в 2,0 - 2,5 раза.

*V. Bokov, O. Sisa, M. Popova*

**Improvement of dimensional processing of hardmetal rolls with bipolar tool**

A new method of dimensional processing of hardmetal rolls with bipolar tool is suggested and worked out. It allows to execute concurrently the processing of two details for one spindle travel with predictable excess material beveling. At that processing cycle is lessening as 2,0 – 2,5 times.

Одержано 19.04.10