

УДК 621.9.048.4

О. Ф. Сіса, канд. техн. наук

Кіровоградський національний технічний університет

Біполярна обробка електричною дугою твердосплавних прокатних валків

Виконано обґрунтування технологічної схеми формоутворення бічних поверхонь твердосплавних валків способом біполярної розмірної обробки електричною дугою з урахуванням особливостей фізичних механізмів їх утворення та гідродинамічних явищ в міжелектродному проміжку. Встановлені аналітичні зв'язки технологічних характеристик процесу чорної розмірної обробки електричною дугою сплаву ТС-15 з режимами обробки і геометричними параметрами.

електрична дуга, твердосплавний валок, технологія, технологічні характеристики, обладнання

О. Ф. Сіса, канд. техн. наук

*Кіровоградський національний технічний університет***Биполярная обработка электрической дугой твердосплавных прокатных валков**

Выполнено обоснование технологической схемы формообразования боковых поверхностей твердосплавных валков способом биполярной размерной обработки электрической дугой с учетом особенностей физического механизма образования и гидродинамических явлений в межэлектродном промежутке. Установлены аналитические связи технологических характеристик процесса черновой размерной обработки электрической дугой сплава ТС-15 с режимами обработки и геометрическими параметрами.

электрическая дуга, твердосплавный валок, технология, технологические характеристики, оборудование

Постановка проблеми. Проблема ресурсозбереження в металоємких галузях пов'язана з подовженням ресурсу прокатних валків і створенням раціональних конструкцій для забезпечення якості металопродукції. При зносі поверхні робочого калібру, валок стає непридатним до подальшої експлуатації. Крім експлуатаційного зносу, деяка частина валків списується із-за виникнення викришувань, сколів, відшарувань, тріщин розпалу та інших дефектів. Технологічний процес отримання готового прокату є завершальною і найбільш відповідальною частиною металургійного виробництва. Збільшення кількості прокату і підвищення його якості на металургійних виробництвах залежить від роботопридатності твердосплавних валків для прокатування дроту. Валки уявляють собою змінний інструмент, які виконують процес пластичної деформації металу. Профіль і тепловий режим валків впливає на сталість процесу, а шорсткість поверхні валків – на всі явища у вогнищі деформації. В залежності від режимів і умов прокатування залежить механічний знос і витрати валків, а відповідно якість металопродукції і економічні показники прокатування на виробництві.

В металургійній промисловості використовують прокатні валки (шайби), які виготовляють з твердого сплаву ВК-15 (WC 85%, Co 15%), та ТС-15 (WC 85%, Co 7%, Ni 7%, Cr 1%). Працездатність калібруючої частини твердосплавного прокатного валка залежить від зміни розмірів і шорсткості робочої частини – при збільшенні розміру калібру на 0,06 мм, після 600...700 тон катаного дроту, твердосплавні валки

© О. Ф. Сіса, 2015

замінюються і ремонтуються. Проблема чорнової обробки твердосплавного прокатного валка ще більш актуальна при застосуванні технології його виготовлення (спікання) з двох відпрацьованих твердосплавних валків, коли виникає потреба зняття великого об'єму металу (припуск по товщині до 25 мм). Так, за даними ООО «НВФ «Мікросін»», (м. Бровари, Київської обл.), час чорнового шліфування твердосплавного валка (зняття припуску товщиною 20 мм при діаметрі валка $D = 170$ мм, $d = 89$ мм) алмазним кругом на органічній зв'язці (1A1 400-40-6-127 AC2 200 / 160 B2-01) складає 50 годин. При цьому середня продуктивність обробки не перевищує 137 мм³/хв. Це не задовольняє вимоги підприємства і потребує пошуку альтернативних, більш ефективних способів обробки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз сучасних способів чорнової обробки твердосплавних валків дозволяє зробити висновок о продуктивності і машинного часу кожного з способів (рис.1).

Найбільш високопродуктивним, а тому і перспективним способом чорнової обробки валків є розмірна обробка дугою (РОД), в цьому випадку уніполярної [1]. В порівнянні з чорновим алмазним шліфуванням, як основним, дозволяє підвищити продуктивність обробки графітовим електродом-інструментом (рис.2) в 20,7 рази (з 137 мм³/хв. до 2844 мм³/хв.). Найближчим за продуктивністю (до 2058 мм³/хв.) твердосплавних валків після уніполярної РОД, є спосіб точіння різцями з кіборіту, але він потребує значних матеріальних вкладень. Тому застосування його для чорнової обробки валків більш обмежено. В цей час продуктивність способу чорнової РОД валків з застосуванням графітового електрода-інструмента на 38 % вище в порівнянні з точінням різцями з кіборіту.

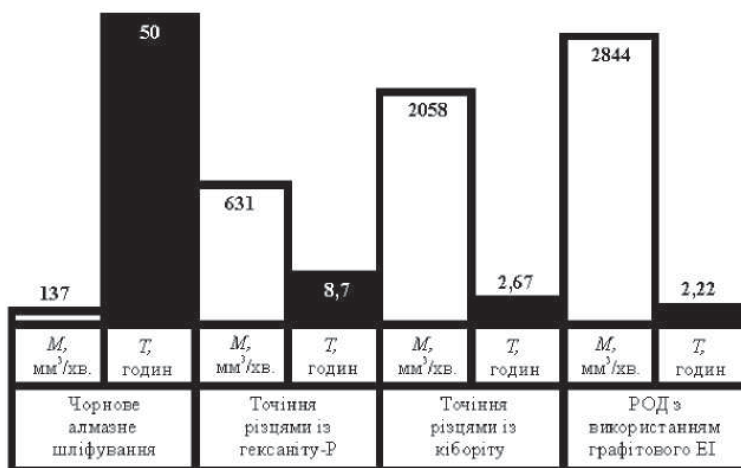
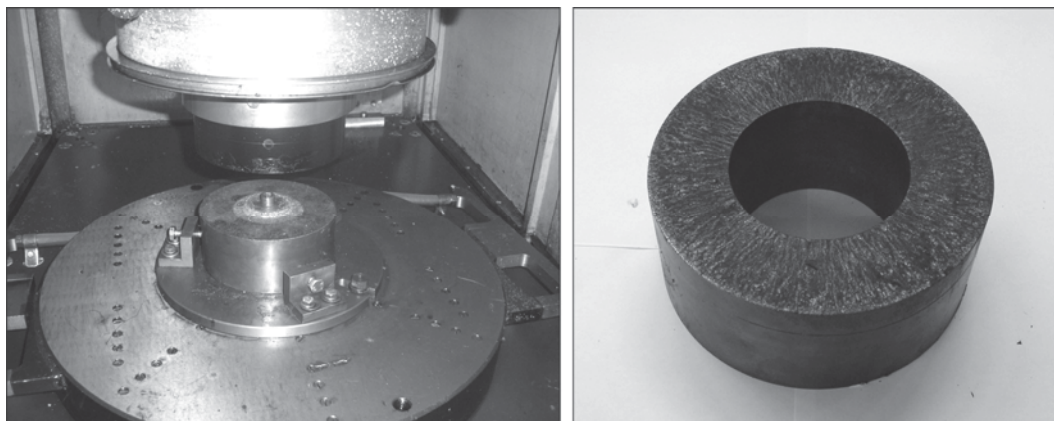


Рисунок 1 – Діаграма впливу способу чорнової обробки твердосплавного прокатного валка на продуктивність M та машинний час обробки T

Постановка завдання. Таким чином, метою досліджень – розробка технології та обладнання способу чорнової РОД твердосплавних валків, як високоефективної альтернативи традиційним способам їх чорнової обробки.

Виклад основного матеріалу. Відомо [2], що у відповідності о трьох джерелах тепла енергії в електричній дуги, розподіляється між анодною і катодною зоною, а також стовпом дуги. При цьому енергія анодної зони руйнує анод, а енергія катодної зони – катод. Доказано, що енергія стовпа дуги в руйнуванні електродів при реалізації процесу РОД участі не приймає, що відповідає за формування міжелектродного зазору [3, 4]. В умовах РОД твердого сплаву з використанням графітового електрода-

інструмента, електрод з'єднується з катодом. При цьому енергія катодної зони витрачається на руйнування графітового електрода-інструмента, а саме не використовується корисно.



а

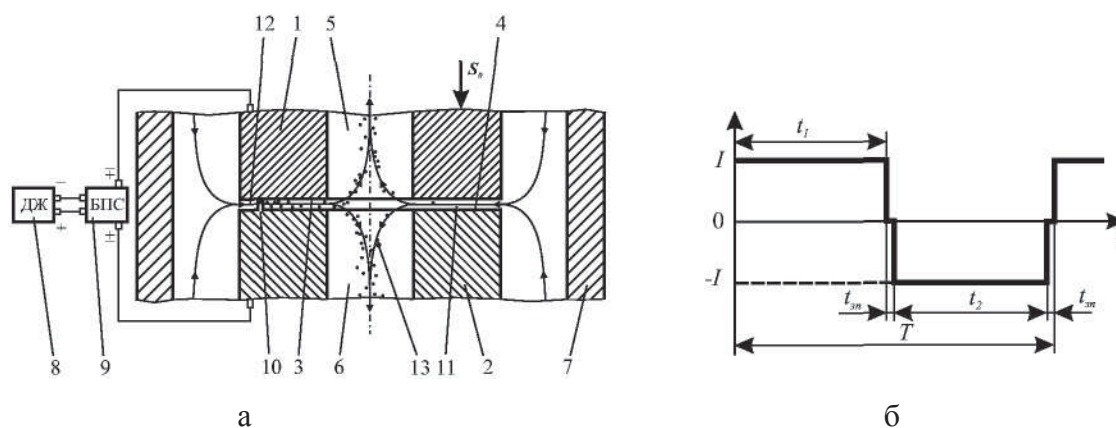
б

а – робоча зона електроерозійного верстата АМ-1; б – валок після РОД торцевої поверхні

Рисунок 2 – Уніполярна чорнова РОД твердосплавного прокатного валка графітовим електродом-інструментом

У роботі [5] запропонована концепція корисного використання енергії катодної зони дуги, шляхом створення відповідних фізичних умов обробки циліндричних і торцевих поверхонь твердосплавних прокатних валків. З цією метою було розроблено новий спосіб чорнкової високопродуктивної обробки, який заснований на збудженні дуги в біполярному режимі між однаковими за формою поверхнями двох валків [6].

Можливості і особливості розробленого способу РОД розглянуті в даній статті на прикладі обробки торцевих поверхонь двох прокатних валків (рис.3).



а

б

а – схема способу; б – графік зміни полярності технологічного струму

Рисунок 3 – Принципова схема реалізації способу біполярної РОД торцевих поверхонь двох твердосплавних прокатних валків

Перед початком роботи (рис.3, а) валок 1 закріплюють на шпинделі верстата, такий же валок 2 – на столі верстата. Кріплення забезпечує дзеркальне розташування торцевих поверхонь 3, 4. Зону обробки обмежують герметичною камерою 7. Подальша послідовність виконання технологічних операцій полягає у наступному:

- вмикання електродвигуна насоса подачі робочої рідини (наприклад, органічного середовища) в камеру 7 під технологічним тиском 0,2 – 4 МПа;

- вмикання джерела живлення постійного струму 8;
- зміна режиму роботи на біполярний за технологічним струмом за допомогою біполярного контактного перетворювача струму 9;
- обробка торцевих поверхонь 3, 4 одночасно двох валків 1, 2 електричною дугою 10 з використанням автоматичної системи слідування за торцевим міжелектродним зазором 11.

В процесі обробки дуга 10 горить між торцевими поверхнями 3, 4 валків 1, 2 в потужному гідродинамічному потоці робочої рідини 12, рівень якого визначається якістю обробки без створення мікротріщин і забезпечує оптимальні умови евакуації продуктів ерозії 13 з зони обробки. За рахунок того, що торцеві поверхні 3, 4 валків 1, 2 розташовані дзеркально і співвісно, гарантується стовідсотковий обхват площини обробки цих поверхонь.

Біполярний за технологічним струмом режим обробки (рис.3, б) забезпечує рівномірне зняття припуску з обох валків. Силу струму змінюють з частотою в межах 0,05-0,5 Гц, що дозволяє виконувати рівномірне зняття металу з кожного валка. Встановлено, що час перехідного процесу біполярної обробки не залежить від режиму обробки і не перевищує 0,21 % від періоду зміни полярності. Це підтверджує той факт, що частота зміни полярності практично не впливає на продуктивність біполярної РОД.

З отриманих математичних моделей технологічних характеристик [5] (рис.5) встановлено, що продуктивність процесу одночасної біполярної РОД торцевих поверхонь двох зразків з твердих сплавів марок ТС-15, а також питома продуктивність значно (в 2,3 – 3,5 рази) перевищує продуктивність і питому продуктивність уніполярної РОД зразка графітовим електродом-інструментом. Фізичний механізм цього явища пов'язано з інверсією (зміною превалюючої полярності) обробки, яка обумовлена перерозподілом теплової енергії між катодною частиною і стовпом дуги на користь катодної зони. При цьому підвищується сумарна напруга анодної і катодної зони U_{a+k} з 19 В до 23 В шляхом підвищення напруги в катодній зоні U_k за рахунок зниження напруги у стовпі дуги U_c з 11 В до 7 В, так як в експериментах які порівнювалися напруга в анодній зоні U_a була однаковою; зменшувалася довжина дуги, що підтверджує зміну бічного міжелектродного зазору з 0,05 мм до 0,03 мм.

Питомі витрати електроенергії знижуються у 2,6 – 4,2 рази, в порівнянні з питомою витратою електроенергії уніполярної РОД графітовим електродом-інструментом.

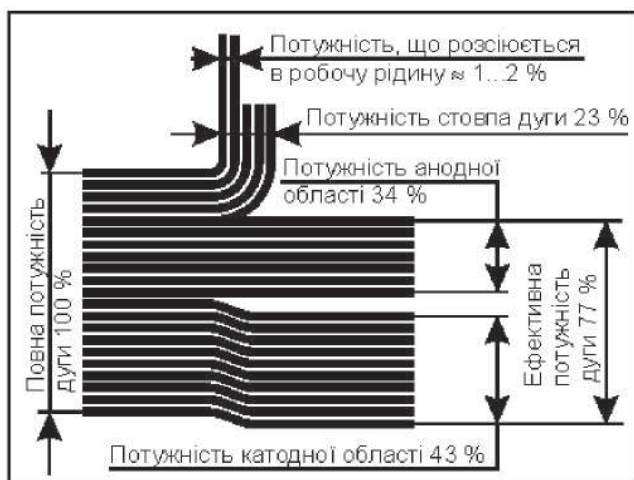
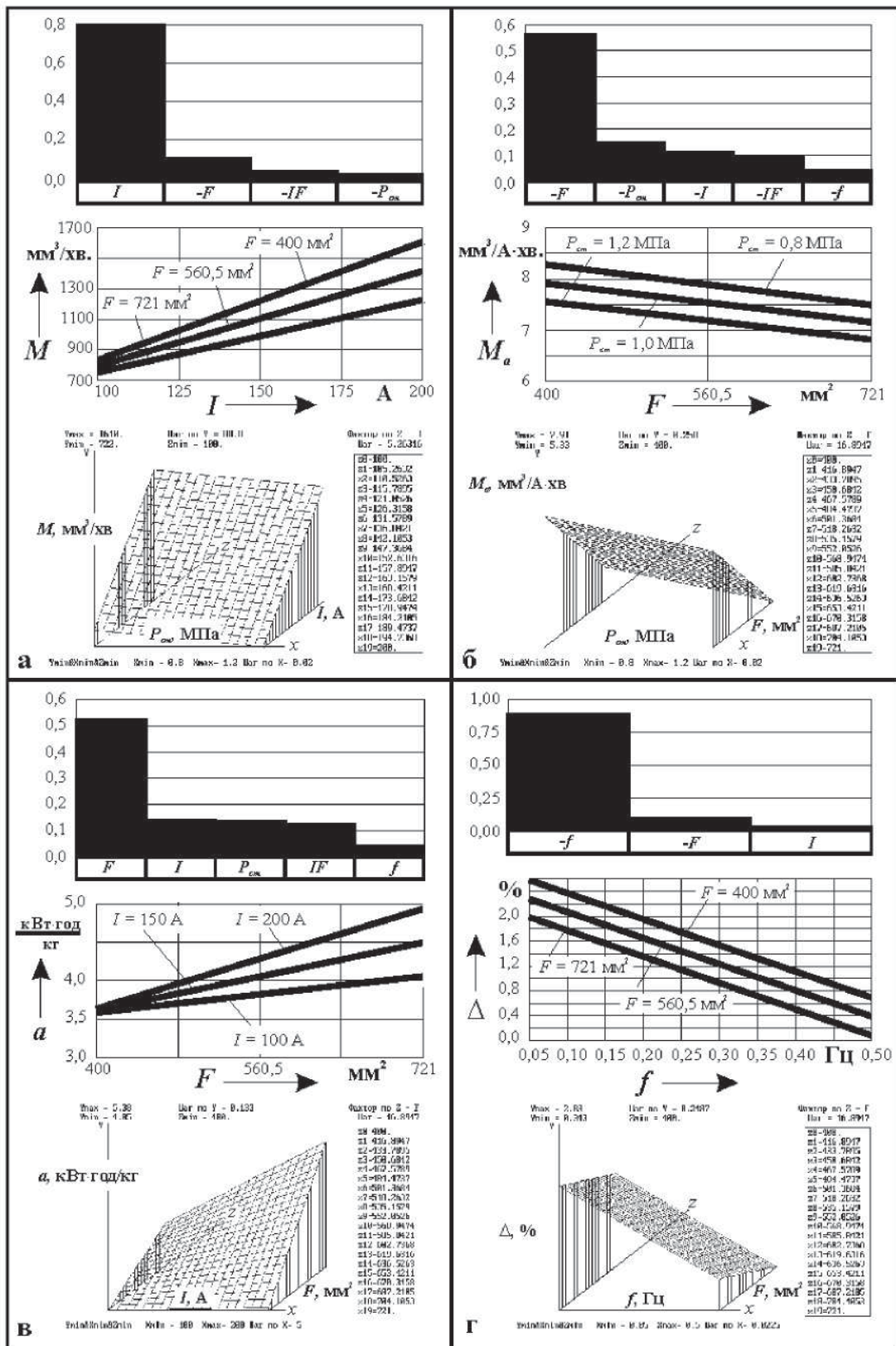


Рисунок 4 – Енергетичний баланс біполярної дуги в умовах РОД

Питомі витрати електроенергії знижуються у 2,6 – 4,2 рази, в порівнянні з питомою витратою електроенергії уніполярної РОД графітовим електродом-інструментом.

Енергетичний баланс біполярної дуги в умовах процесу РОД показано на (рис.4). Встановлено, що коефіцієнт корисної дії (ККД) такої дуги складає 77 %, що 2,3 рази більше в порівнянні з ККД уніполярної дуги в умовах використання графітового електрода-інструмента.



а – продуктивність обробки M ; б – питома продуктивність обробки M_a ; в – питома витрата електроенергії a ; г – нерівномірність обробки Δ

Рисунок 5 – Ступінь впливу факторів на технологічні характеристики процесу одночасної чорнкової РОД торцевих поверхонь двох зразків

Продукти ерозії процесу біполярної РОД твердого сплаву уявляють собою чистий металевий порошок (без забруднень частками графіту) переважно з круглою формою часток (без внутрішніх пор). Це дає уяву о можливості застосування продуктів ерозії в промисловості як сировини для порошкової металургії. В цьому зв'язку процес біполярної РОД твердосплавних валків слід розглядати як безвідхідний.

Виробничі випробування запропонованого процесу РОД прокатного валка з сплаву марки ТС-15 діаметром 170 мм проводили з ООО «НВФ «Мікросін»» на електроерозійному копіювально-прошивному верстаті моделі АМ-1. Результати виробничих випробувань підтвердили ефективність розробленого способу.

Висновки. Таким чином, розроблений спосіб безінструментальної чорнкової біполярної розмірної обробки електричною дугою твердосплавних прокатних валків – високоефективна альтернатива традиційним способам їх чорнкової обробки.

Список літератури

1. Носуленко В. И. Размерная обработка металлов электрической дугой / В.И. Носуленко, Г.М. Мещеряков // Электронная обработка материалов. – 1981. – № 1. – С.19–23.
2. Лесков Г. И. Электрическая дуга / Г. И. Лесков. – М.: Машиностроение, 1970. – 335 с.
3. Носуленко В. И. Розмірна обробка металів електричною дугою: дис. ... доктора техн. наук: 05.03.07 / Носуленко Віктор Іванович. – Кіровоград, 1998. – 389 с.
4. Боков В. М. Розмірне формування поверхонь електричною дугою. – Кіровоград: Поліграфічно-видавничий центр ТОВ «Імекс-ЛТД», 2002. – 300 с.
5. Боков В.М. Оброблюваність матеріалів електричною дугою. Монографія. / В.М. Боков О.Ф. Сіса. – Кіровоград: Поліграфічно-видавничий центр ТОВ «Імекс-ЛТД», 2013. – 172 с.
6. Пат. 45498 Україна, МПК В 23 Н 1/00. Спосіб одночасної розмірної обробки електричною дугою плоских торцевих поверхонь двох деталей / Боков В. М., Сіса О. Ф.

Oleg Sisa

Kirovograd National Technical University

Bipolar processing of hard-alloy forming rolls by electric arc

The article is dedicated to development of technology and equipment of rough machining method by electric arc of hard-alloy forming roll side surface, as high performance alternative to traditional methods of rough machining.

During operation, the damage to the surface of the hard alloys roll caliber occurs by abrasion and chipping of carbide particles. The development of net shaped roll marks occurs by the occurrence of hotbeds of accelerated cluster abrasion and chipping of smaller particles with subsequent growth of these areas and unification in a closed net shaped roll marks. The turned out particles of hard alloy leave the machining marks on the wire, in such a worn the hard alloy roll does not meet the specified dimensions and it is reground to a smaller diameter by grinding of diamond tool on the rough machining stage.

It is proposed on the stage of rough machining to remove the worn-out profile of hard alloy roll side surface with help of dimensional electric arc, which allows you to remove big allowances of material at the lowest treatment costs.

The justification of technical scheme of forming the hard alloy roll side surface by electric arc sizing method is done taking into account features of physical formatting mechanism and hydrodynamic phenomena in the electrode gap. The analytical communication of technological characteristics of rough machining process by electric arc alloy TS-15, with the modes of processing and geometric parameters are established.

the electric arc, hard alloy roller, technology, technological characteristics, equipment

Одержано 14.05.15