

УДК 621. 9. 048. 4

В.М.Шмельов, канд. техн. наук

Кіровоградський національний технічний університет

Електрична дуга як інструмент для сучасного виробництва

Показано переваги розмірної обробки електричною дугою (РОД) порівняно з традиційними способами металообробки. Описано енергетичні характеристики електричної дуги в умовах РОД для різних типів оброблюваних матеріалів.

напряга дуги, струм дуги, динамічний тиск потоку робочої рідини, напруженість електричного поля дуги, анод, катод

В.Н.Шмелев, канд. техн. наук

Кіровоградский национальный технический университет

Электрическая дуга как инструмент для современного производства

Показано преимущества размерной обработчи электрической дугою (РОД) в сравнении с традиционными способами металлообработки. Описано энергетические характеристики электрической дуги в условиях РОД для различных типов обрабатываемых материалов.

напряжение дуги, ток дуги, динамическое давление, напряженность электрического поля дуги, анод, катод

Підвищення ефективності суспільного виробництва пов'язано, перш за все, з розвитком машинобудування та широким впровадженням у виробництво прогресивних технологій. Основою машинобудування є металообробка, яка представлена різноманітними традиційними способами обробки металів різанням, тиском та литтям, а також перспективними, але порівняно мало вивченими і такими, що мають обмежене практичне застосування різноманітними процесами так званої електротехнології (електрофізичними та електрохімічними способами обробки).

Одним із прогресивних способів електрофізичної обробки металів, що забезпечує широкі технологічні можливості, є електроерозійна обробка (ЕЕО). Проте вона знаходить обмежене практичне застосування, оскільки не забезпечує досатньо високої продуктивності. В цьому зв'язку певний практичний інтерес являє спосіб електрофізичної обробки металів, що отримав назву розмірна обробка металів електричною дугою, надалі РОД [1].

Обробка різноманітних струмопровідних матеріалів способом РОД, що відрізняється більш високою продуктивністю порівняно з традиційними способами ЕЕО, є перспективним напрямком розвитку електрофізичних методів обробки. Проте для реалізації процесу РОД та забезпечення необхідних технологічних можливостей такого процесу необхідним є вивчення фізичного механізму електричної ерозії, зокрема електричних та геометричних характеристик дуги як інструменту для розмірної обробки.

Основними електричними характеристиками дуги, що впливають на якість та продуктивність обробки є струм I і напряга U , – можуть бути установлені за

осцилограмами. Типова осцилограма струму і напруги в поперечному потоці рідини підтверджує безперервне горіння дуги (рис. 1), не має принципових відмін від типових осцилограм струму і напруги відомих зварювальних і плазмових дуг і відрізняється більш стабільними значеннями струму і напруги. Порівняно із зварювальними дугами напруга дуг, що горять в поперечному потоці рідини в умовах РОД, дещо вища і в ряді випадків наближується до напруги плазмових дуг для зварювання і різання металів. Струм такої дуги, як і для відомих дуг, може змінюватись від декількох ампер до багатьох тисяч ампер.

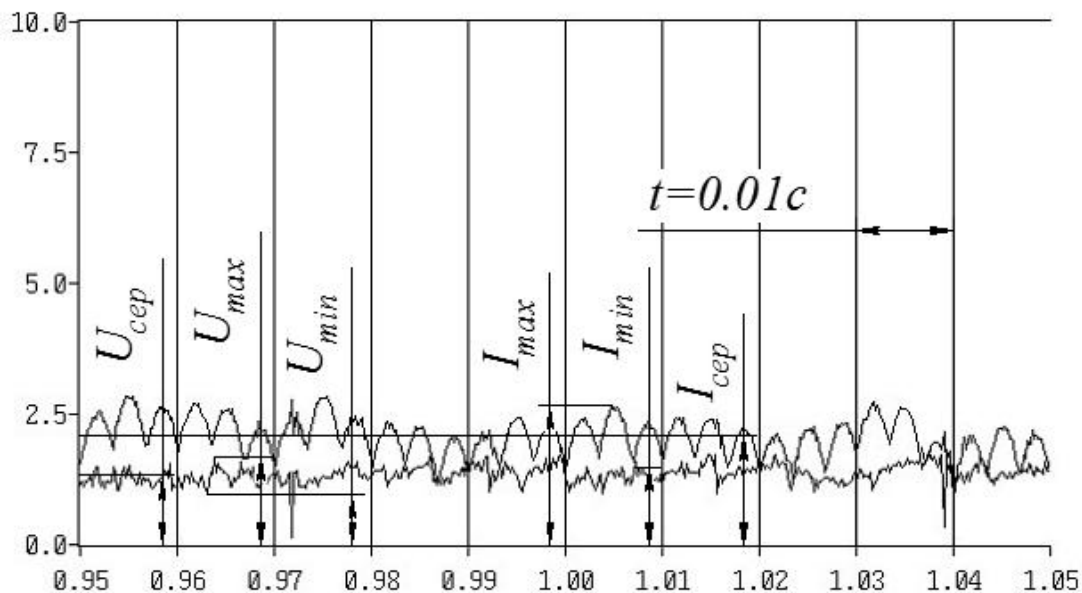


Рисунок 1 – Типова осцилограма напруги дуги U і струму I при РОД сталевими електродами

Струм I і напруга дуги U безперервно змінюються. Тому для кожного заданого проміжку часу t існування дуги треба розрізняти максимальну напругу дуги U_{max} , мінімальну напругу U_{min} , середню напругу $U_{cер}$, максимальний струм дуги I_{max} , мінімальний струм I_{min} , середній струм $I_{cер}$. При цьому максимальному струму I_{max} відповідає мінімальна напруга U_{min} і, навпаки, мініимальному струму I_{min} відповідає максимальна напруга U_{max} , що пояснюється використанням джерел живлення технологічним струмом із зовнішніми падаючими характеристиками.

Важливим геометричним параметром дуги є довжина (висота) катодної і анодної областей. Наявність осцилограм напруги дуги “сталий процес - коротке замикання” дозволяє установити сумарну довжину катодної і анодної областей дуги (рис. 2).

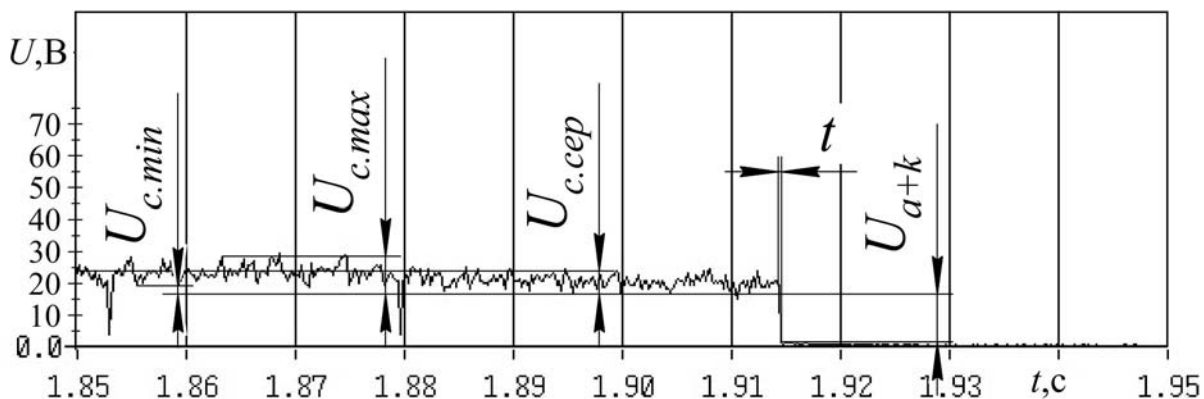


Рисунок 2 – Осцилограма напруги дуги U при зближенні електродів із сталі до короткого замикання

Отримані таким чином розрахункові дані показали, що при горінні дуги в поперечному потоці рідини сумарна довжина катодної і анодної областей дуги $U_{к+a}$ в діапазоні досліджених режимів обробки ($I=100...200A$, $P_d=0,5...0,7MPa$) для сталевих електродів складають 0,1...0,2 мкм [2].

Таблиця – Значення $U_{к+a}$ для дуги в поперечному потоці рідини і відкритої дуги в повітрі

Електроди		$U_{к+a}, B$		
Катод	Анод	Дуга в поперечному потоці		Відкрита дуга в потоці
		Водопровідна вода	Масло «Індустріальне-12»	
Сталь 45	Сталь 45	13-15	18-20	17-19
Сталь 45	Графіт	14-16	19-21	17-19
Сталь 45	Мідь	12-13	12-14	17-19
Мідь	Сталь 45	14-15	14-15	–
Графіт	Сталь 45	14-16	14-16	–
Мідь	Графіт	14-16	18-20	–
Мідь	Мідь	12-14	13-15	19-22
Графіт	Графіт	20-22	20-22	12-14

Якщо брати до уваги, що значення $U_{к+a}$ для дуг в поперечному потоці рідини і для звичайних відкритих дуг в повітрі відрізняється незначно, то можна зробити висновок, що напруженість електричного поля в катодній і анодній областях дуг, що горять в поперечному потоці рідини, приблизно в 2...3 рази і більше вища, аніж в звичайних відкритих дугах в повітрі, і зростає при збільшенні динамічного тиску потоку (рис. 3).

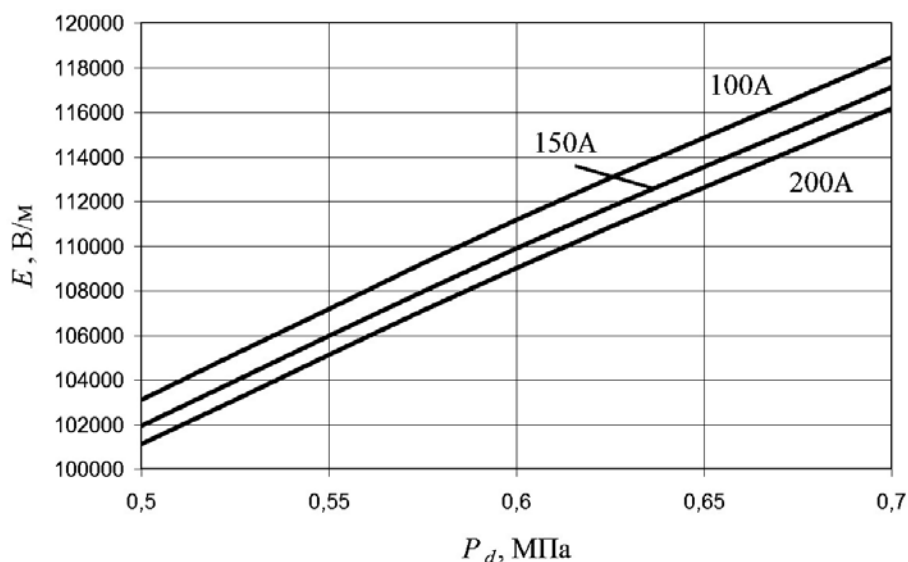


Рисунок 3 – Залежність напруженості електричного поля в стовпі дуги E від P_d та I при обробці сталевими електродоми

На рис. 4 показана вплив динамічного тиску потоку P_d на величину зони термічного впливу H на катоді і аноді з сталі 45 при силі технологічного струму $I=400A$.

На рис. 5 показано мікроструктури поверхні попередньо термічно обробленої деталі зі сталі У8 після обробки за допомогою способу РОД графітовим ЕІ з матеріалу МПГ-7 при зворотній полярності на режимах: $I=50\text{А}$; $P_S=2,0\text{МПа}$; $U=27\text{В}$.

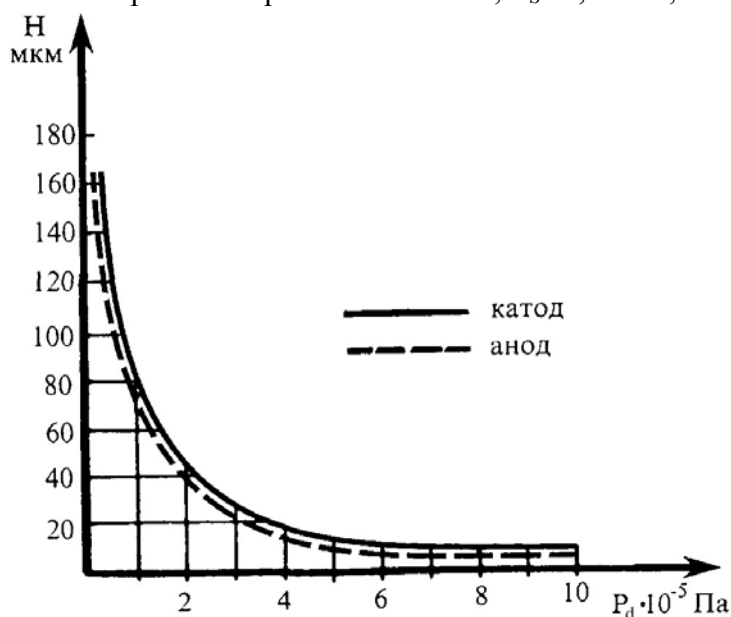


Рисунок 4 – Залежність зони термічного впливу H від P_d при аноді і катоді з сталі 45

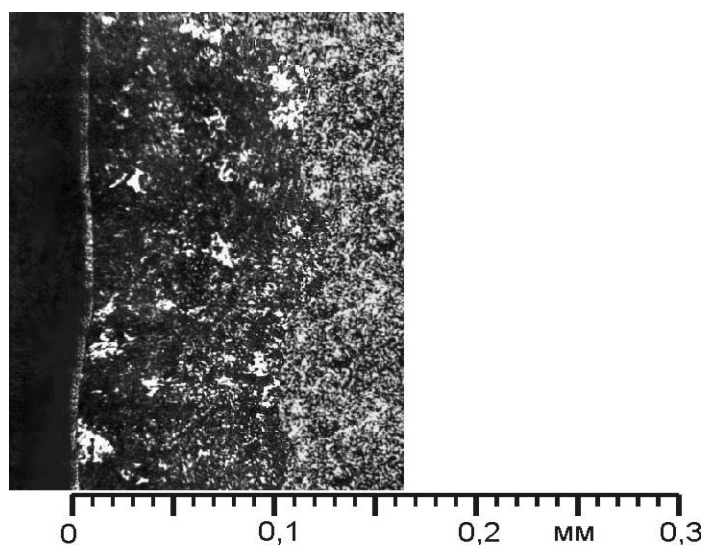


Рисунок 5 – Мікроструктура поверхні попередньо термічно обробленої деталі зі сталі У8 після обробки способом РОД за допомогою графітового ЕІ

На рис. 6 показано мікроструктури поверхні попередньо термічно обробленої деталі зі сталі Х12М після обробки за допомогою способу РОД ЕІ зі сталі 35 при зворотній полярності на режимах: $I=50\text{А}$; $P_S=1,2\text{МПа}$; $U=27\text{В}$.

Як видно з рисунку глибина зони термічного впливу на рис. 5 практично відсутня, а на рис. 6 коливається в межах від 0,015 до 0,035мм.

При необхідності величину зони термічного зменшують за рахунок збільшення статичного тиску робочої рідини.

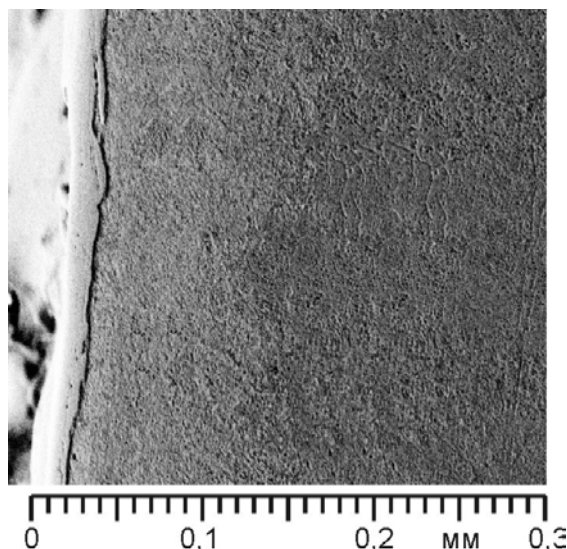


Рисунок 6 – Мікроструктура поверхні попередньо термічно обробленої матриці з сталі X12M після обробки способом РОД за допомогою ЕІ з сталі 35

Враховуючи описані енергетичні характеристики електричної дуги можна зробити висновок: електрична дуга в поперечному потоці рідини в умовах РОД є високоефективним інструментом для розмірної обробки в умовах сучасного виробництва.

Список літератури

1. Носуленко В. І. Розмірна обробка металів електричною дугою: Автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.03.07. /Кіровоградський держ. техн. ун-т. – К., 1999. – 32 с.
2. Шмельов В.М. Розмірна обробка електричною дугою спряжених робочих деталей розділових штампів: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.03.07. /Національний технічний університет України «КПІ»– К., 2013. – 20 с.

Vitaliy Shmelyov

Kirovograd National Technical University

Electric arc as the instrument for modern manufacture

Purpose of the article - the analysis of possibilities of an electric arc as instrument for modern manufacture.

The article analyzes the influence of the basic technical characteristics on process dimensional processing electric arc on power performances of the arc column, and also its anode and cathode area is carried out. It allows to judge efficiency of use of energy at handling of electrowire materials of a variety electrodes-instrumen, both on a straight line, and on inverse polarity of electrodes. It is shown that the arc in the course of handling changes its energy characteristics from maximum to minimum values of voltage and a technological current, thus for an estimation of influence of these performances it is necessary to consider their average value on time.

It is shown the basic advantages of the method of dimensional handling by an electric arc over traditional methods of a metal working that allows to speak about economic feasibility of its application in the conditions of modern manufacture.

arc voltage, arc current, the dynamic pressure, electric field intensity of an arc, the anode, the cathode

Одержано 29.04.14