

УДК 621.78/(66.088+537.52+66.046)

АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ АЗОТУВАННЯ СПЛАВІВ В ЦИКЛІЧНО КОМУТОВАНОМУ РОЗРЯДІ

Стечишин М.С., Лук'янюк М.В., Люховець В.В.

Хмельницький національний університет

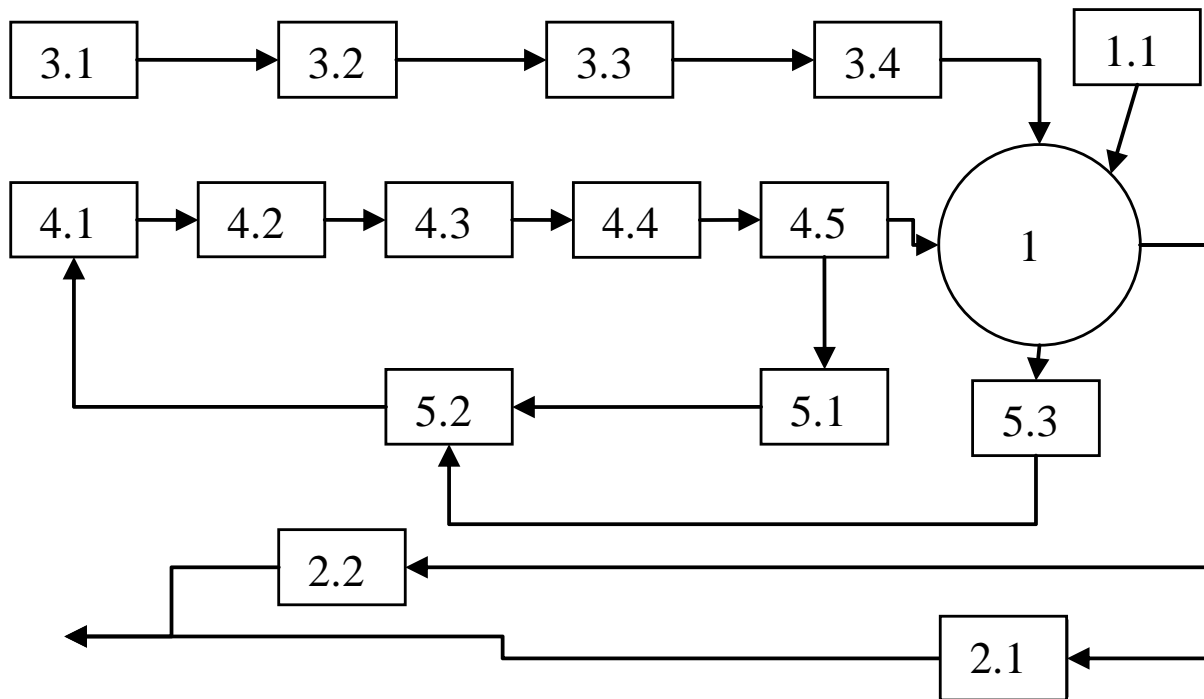
Традиційно модифікація сталевих поверхонь деталей трибосистем та ріжучого інструменту з використанням тліючого розряду базується на використанні безперервного живлення розряду. Однак безперервне живлення розряду не завжди дає бажаний ефект, особливо при наявності на поверхні, що модифікується, зон складної конфігурації (гострі вершини, грані, вузькі щілини, глибокі отвори і т. ін.).

Гострі вершини, грані являються концентраторами електричного поля і провокують виникнення коронних та дугових розрядів. Вузькі щілини, глибокі отвори не дозволяють тліючому розряду проникати на значну глибину. Ефект блокування процесу проникнення тліючого розряду на значну глибину в вузьких щілинах та довгомірних отворах обумовлений формою траєкторії часток падаючого потоку тліючого розряду. Рух часток падаючого потоку в просторі вузьких щілин та глибоких отворів здійснюється по параболічній траєкторії, направленої від входу отвору (щілини) до стінок, це обумовлено дією постійного електричного поля розряду. Чим далі в глиб отвору (вузької щілини), тим меншою буде концентрація поля. Як відомо, на глибині більше двох характерних розмірів локального винятку поверхні, яким може бути отвір відносно малого діаметра, або глибока щілина, напруженість електричного поля практично зникає.

Таким чином існуючі установки з постійним струмом живлення не забезпечують обробку отворів, щілин та інших локальних винятків поверхні.

Принципова структурна схема установки для азотування в тліючому розряді з постійним живленням розряду представлена на рис. 1.

Одним із шляхів вдосконалення якості модифікації сталевих поверхонь деталей та інструменту азотуванням в тліючому розряді є впровадження циклічно комутованого розряду (ЦКР). Впровадження ЦКР не потребує створення принципово нового обладнання, достатньо здійснення процесу модифікації існуючих установок. Суть модифікації існуючих установок полягає у введенні в схему живлення розряду комутатора розряду, який би формував сигнал необхідної конфігурації, як за формою так і за тривалістю самого сигналу. З урахуванням частоти процесу комутації, найбільш перспективним варіантом конструкції комутатора є електронний його варіант. Для реалізації процесу модернізації існуючих в структурній схемі установки (рис. 1), в ланцюг живлення розряду між блоками 4.4 – ємнісно-індуктивний фільтр та 4.5 – датчик системи контролю і управління розрядом пропонується ввести комутатор розряду.



1 – розрядна камера; 1.1 – засоби механізації камери; 2.1 – вакуумний насос попереднього відкачування повітря із розрядної камери; 2.2 – вакуумний насос глибокого відкачування; 3.1 – відсік газозберігання; 3.2 – система підготовки газової суміші; 3.3 – система газоочищення; 3.4 – система подачі газу в розрядну камеру; 4.1 – регулятор напруги; 4.2 – трансформатор; 4.3 – випрямляч; 4.4 ємнісно-індуктивний фільтр; 4.5 – датчики системи контролю та управління розрядом; 5.1 – система контролю тліючого розряду; 5.2 – система управління розрядом; 5.3 – система контролю температури

Рисунок 1 Структурна схема установки для азотування в тліючому розряді:

При застосуванні для модифікації поверхонь ЦКР можлива часткова, або навіть повна заміна функцій блоку контролю і управління розрядом, але відмовлятися від нього недоречно. Введення в схему установки комутатора може забезпечувати стабільність розряду лише у випадку формування сигналу певної конфігурації, коли тривалість його менша часу переходу тліючого розряду в дуговий, а тривалість паузи – не менша часу згасання дугового розряду.

Наявність в схемі установки блоку циклічної комутації розряду не виключає можливості використання обладнання і в режимі постійного розряду, що являється однією із переваг даного процесу.

Слід також відмітити переваги, які привносить застосування циклічно комутованого розряду живлення розрядної камери, струмом у формі переривчастого сигналу:

можливість формування такого ЦКР, при якому тривалість сигналу в циклі не перевершує часу переходу тліючого розряду в дуговий, а тривалість паузи – не менше часу згасання дугового розряду у випадку його виникнення, що виключає відмовитись від пристроїв автоматичного гасіння дугового розряду;

спрощується процес формування садки, оскільки практично зникає необхідність дотримання вимог щодо щілин між окремими деталями;

з'являється можливість азотувати отвори невеликого діаметру при відносно значній їх глибині.

Як недолік використання ЦКР для модифікації деталей трибосистем та інструменту, слід відмітити, той факт, що передача енергії падаючому потоку проходить тільки під час дії сигналу і ефективність процесу буде нижчою, а в деяких випадках фаза азотування в два і навіть більше разів буде тривалішою, ніж при безперервному розряді. Характер зміни струму при циклічно комутваному розряді прямокутної форми показано на рис. 2, напруги – на рис.3.

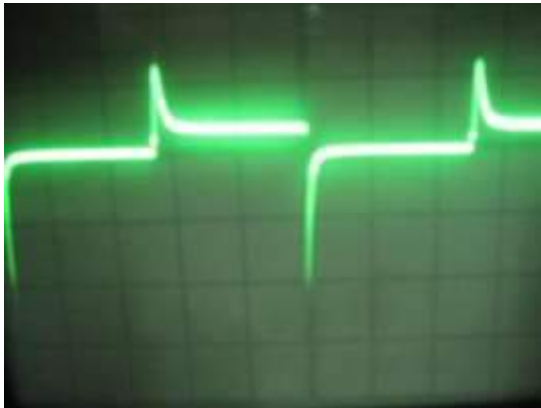


Рисунок 2 Форма зміни струму при циклічно комутваному розряді прямокутної форми з шпаруватістю $\gamma = 2$

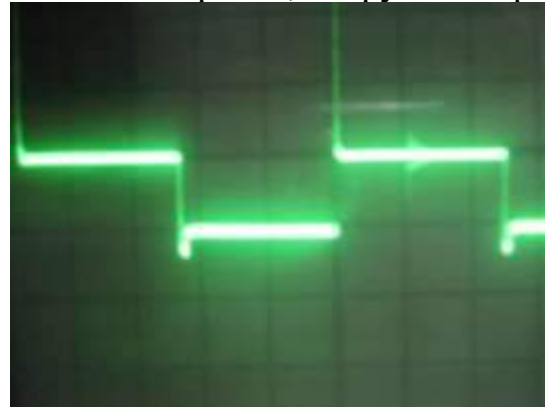


Рисунок 3 Форма зміни напруги при циклічно комутваному розряді прямокутної форми з шпаруватістю $\gamma = 2$

В цілому процес модифікації поверхонь в циклічно комутваному розряді відкриває нові можливості, пов'язані з варіантами самого ЦКР, який характеризується: частотою, періодом та формою імпульсу. Реалізація процесу регулювання частоти комутації, шпаруватості, та форми самого сигналу відкриває широкі можливості суттєво впливати на результати обробки поверхонь.

Список використаних джерел

1. Стечишин М. С., Лук'янюк М. В. Підвищення зносостійкості ріжучого леза ножів // Проблеми трибології :ХНУ – №3, 4. – 2005, – С 121 – 123.
2. Стечишин М. С. Довговічність деталей обладнання харчової промисловості при корозійно-механічному зношуванні. – Дис. д. т. н. Хмельницький, 1998. – 347 с.
3. Каплун В. Г. Ионное азотирование в безводородных средах /В. Г. Каплун, П. В. Каплун. – Хмельницкий: ХНУ. – 2015. – 344 с.
4. Пастух И. М. Теория и практика безводородного азотирования в тлеющем разряде.– Харьков : ННЦ ХФТИ, 2006. – 364 с.