**Колісніченко Олег Вікторович. Формування модифікованих шарів при плазмово-детонаційній обробці вуглецевих сталей: дисертація канд. техн. наук: 05.03.06 / НАН України; Інститут електрозварювання ім. Є.О.Патона. - К., 2003**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Колисниченко О.В. Формування модифікованих шарів при плазмово-детонаційній обробці вуглецевих сталей. – Рукопис.**  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.03.06 “Зварювання та споріднені технології” – Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАНУ, Київ, 2003 р.  Дисертація присвячена дослідженню процесів взаємодії імпульсного потоку плазми, який генерується плазмово-детонаційною установкою, з оброблюваною поверхнею.  Досліджені амплітудно-часові характеристики струму в міжелектродному зазорі, а також безпосередньо між генератором і оброблюваною поверхнею. Проведено теоретичний аналіз складових теплового потоку від ударно-стиснутої області плазми в поверхню і впливу полярності виробу на процес його нагрівання при плазмово-детонаційній обробці (ПДО). На основі розв’язання нестаціонарного рівняння теплопровідності методом кінцевих різниць змодельована кінетика температурних полів поверхневих шарів у процесі ПДО виробів. Досліджено вплив поглинаючих покриттів і роль підведення потенціалу до виробу на процес ПДО. Описані результати структурно-фазових досліджень модифікованих шарів після ПДО. Проведена виробнича перевірка результатів досліджень. | |
| |  | | --- | | 1. На основі отриманих результатів встановлено, що при ПДО виробів з вуглецевих сталей можна здійснювати комплексну обробку поверхневих шарів за рахунок високошвидкісного термічного впливу і процесів легування. 2. З використанням поясів Роговського досліджені амплітудно-часові характеристики струму газового розряду в умовах ПДО. Визначена ступінь впливу різних технологічних параметрів на амплітуду струму у виріб (до 7 кА). Встановлено, що час впливу імпульсу плазми на поверхню виробу при незмінній індуктивності та напрузі на обкладках конденсаторної батареї залежить тільки від ємності конденсаторів і складає tи»0,3…0,7 мс при 400—1200 мкФ. Ємність батареї впливає на напрямок проходження струму між центральним електродом плазмового генератора і виробом. При 400, 1000 і 1200 мкФ виріб – анод, при 600, 800 мкФ виріб – катод. 3. У результаті розрахунково-теоретичної оцінки параметрів плазми в ударно-стиснутому шарі, ролі потенціалу виробу показано, що питомий тепловий потік в оброблювану поверхню в умовах ПДО максимальний, у випадку, коли виріб є анодом, і може досягати 1010 Вт/м2 при напруженості електричного поля в міжелектродному зазорі 3,5105 В/м. У випадку, коли виріб-катод, тепловий потік знижується в ~1,3 рази (q=6,4109 Вт/м2), а коли ізольовано в ~3 рази (q=2,1109 Вт/м2). При зниженні напруженості електричного поля в міжелектродному зазорі до 2,5105 В/м тепловий потік знижується в 7…9 разів. 4. Розроблена програма для чисельного аналізу температурних полів поверхневих шарів при ПДО поверхні виробів. Комп’ютерне моделювання термічного впливу в умовах ПДО поверхні ст. У8 показало, що при цьому здійснюється високошвидкісне нагрівання (Vн>1,5106 град/сек) і, відповідно до розрахунку, відбувається зсув критичних точок Ac1 в область високих температур на величину ТK=182є…196є. При наступному високошвидкісному охолодженні (Vохл>1,2104 град/сек) повністю подавляється високотемпературний розпад аустеніту і відбувається тільки мартенситне перетворення. В таких умовах модифікований шар складається із мартенситу і залишкового аустеніту. При багатократній ПДО здійснюється процес термоциклічної обробки поверхні вуглецевих сталей, що призводить до підсилення фазового наклепу в результаті зворотних перетворень. 5. Розрахунково-теоретична оцінка товщини і фазового складу модифікованих шарів співпадає з даними експериментальних досліджень зразків із ст.У8, які пройшли ПДО. Це дає можливість використовувати описану розрахункову модель для прогнозування кінетики фазових перетворень і товщини модифікованих шарів в умовах ПДО виробів із різних сталей. 6. Дослідження структури і властивостей поверхневих шарів вуглецевих сталей (У8, У10), підданих ПДО, показали формування зміцненого шару зі зміненою структурою при максимальній товщині близько 40 мкм і мікротвердості НV50=8600 МПа для ст. У8 і НV50=11000 МПа для ст. У10. При частоті слідування плазмових імпульсів до 2 Гц їх кількість не впливає на максимальну товщину поверхневого шару, де протікають фазові перетворення. Кількість імпульсів впливає на рівномірність зміцненого шару по всій зоні обробки. Рентгенофазові дослідження модифікованих шарів ст. У8 показали наявність в них залишкового аустеніту (до 30%) і високовуглецевого мартенситу (до 0,64% С). 7. Досліджена роль вкладу променевої енергії шляхом використання поглинаючих покриттів при ПДО виробів. Позитивний ефект зафіксовано при застосуванні тонких (<5 мкм) покриттів на основі вуглецю, наприклад, сажі. При цьому відбувається збільшення тетрагональності мартенситу за рахунок дифузії вуглецю в поверхневі шари. В цілому, на відміну від лазерної обробки, поглинаючі покриття при ПДО не вносять суттєвого покращення в процес теплопередачі. Вклад променевої енергії при теплопереносі в умовах ПДО незначний і складає менше 1%. 8. Показано, що перенос матеріалу центрального електроду (молібдену) на поверхню виробу при ПДО відбувається як із парової, так і крапельної фази та може бути інтенсифікований у випадку, коли виріб є катодом. 9. Визначено, що процеси термічного зміцнення при ПДО слід проводити при ємностях конденсаторної батареї, що дорівнюють 400 мкФ, 1000 мкФ і 1200 мкФ, а процеси легування за рахунок ерозії центрального електроду при 600 мкФ і 800 мкФ. Обробка повинна проводитися із забезпеченням надлишку пропану у вихідній пальній газовій суміші при трьох – п’ятикратному впливі на поверхню імпульсною плазмою з метою отримання рівномірної товщини зміцненого шару по всій площі обробки. 10. На основі результатів досліджень розроблені рекомендації щодо виробничого використання ПДО. Досвід виробничої експлуатації технології на ВАТ „Череповецький сталепрокатний завод” показав, що працездатність зміцненого інструменту після ПДО підвищилась в 2…4 рази. | |