

ВПЛИВ ЛАЗЕРНОЇ ОБРОБКИ НА ПОПЕРЕДНЬО ЗМІЦНЕНІ ПОВЕРХНІ СЕРЕДНЬОВУГЛЕЦЕВИХ СТАЛЕЙ

Чернета Олег Георгійович

к.т.н., доцент

Дніпровський державний технічний університет

OCherneta@gmail.com

Сасов Олександр Олександрович

к.т.н., доцент

Дніпровський державний технічний університет

Sasov@ukr.net

Кубич Вадим Іванович

к.т.н., доцент

Національний університет Запорізька політехніка

Schmirung@gmail.com

Лазерна обробка є одним із пріоритетних сучасних методів обробки поверхневого шару деталей, що суттєво впливає на структуроутворення, покращення фізико-механічних характеристик і властивостей робочої поверхні. При дослідженні поверхневого шару сталевих деталей доволі часто виникає питання про неоднорідність будови поверхневої зони, шорсткість поверхні, мікротвердість і фізико-механічні характеристики окремих локальних зон, що виникають в процесі обробки і зміцнення матеріалу [1].

Метою роботи є дослідження зносостійких структури і мікротвердості поверхневого шару деталі після комбінованих способів зміцнення, що включають азотування і борування з наступною лазерною обробкою.

Для дослідження модифікації поверхневого шару після лазерної обробки використовували середньо вуглецеву сталь 45, що попередньо підверглася боруванню і леговану азотовану сталь 50ХФА.

Металографічні дослідження проводили за допомогою оптичних (МИМ7, Неофот-21 з інтервалом збільшення 120- 1000 крат) і електронних (Cambridg, Stereoscan-34 з інтервалом збільшення 1000- 4000 крат) мікроскопів [2].

Рентгеноструктурні дослідження робочої поверхні деталі здійснювали у монохроматизованому мідному випромінюванні на рентгенівському дифрактометрі ДРОН-2 з автоматичною реєстрацією дифракцій спектрів в інтервалі кутів $2\Theta=20^\circ\div150^\circ$.

На рис.1а. надані фотографії робочої поверхні азотованої деталі із сталі 50ХФА і б.- азотованої деталі після лазерної обробки.

Після лазерної обробки поверхні сталі 50ХФМ в результаті надвисокої швидкості охолодження закристалізованих об'ємів і в наслідок інтенсивного

ABOUT THE PROBLEMS OF SCIENCE AND PRACTICE, TASKS AND WAYS TO SOLVE THEM

відводу тепла на поверхні утворюється світла зона (рис.1б), що ідентифікується як гарденіт - різновид класичного мартенситу (безструктурний мартенсит) [3].

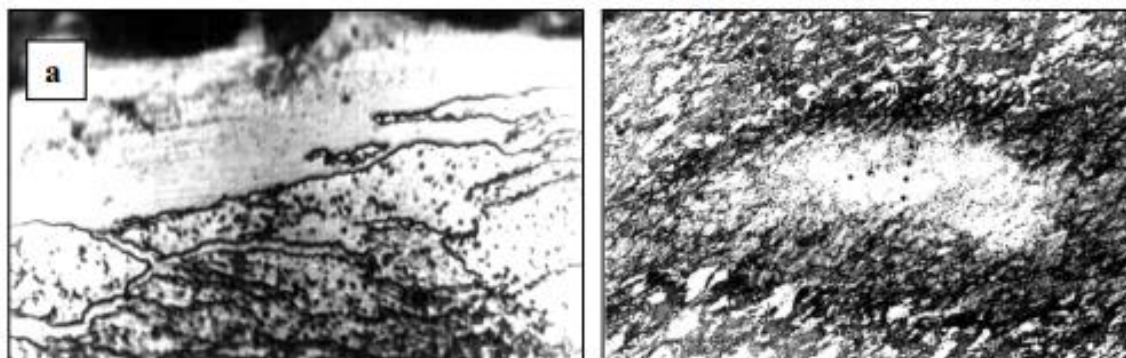


Рис.1. Робоча поверхня а.- азотованої деталі і б.- азотованої деталі після лазерного впливу на сталі 50ХФА, x100.

Для азотованої деталі (рис.1.а) характерний поверхневий шар утворений нітридами Fe_2N , Fe_3N з мікротвердістю $H_{\mu 50}=6500$ МПа.

При обробці лазером азотованих зразків на поверхневому шарі в зоні лазерного впливу утворюються структури з високою мікротвердістю $H_{\mu 50}=9277$ МПа. Висока мікротвердість структури гарденіту характерна і для пористого включення з темними плямами в зоні кратеру. Із аналізу фазового складу азотованої поверхні після лазерної обробки поверхні витікають наступні складові: $\alpha - Fe$ - це гарденіт білих плям і ферит темних ділянок поверхні., карбонітриди типу $Me_7(CN)_3$, де $Me(Fe, Cr, Mn)$, і нітрид Fe_3N .

Переріз боридної поверхні на сталі 45 виявляє характерну текстуру – голчастий шар з мікротвердістю до 18000 МПа. Текстура, що утворюється в результаті сумісної дифузії бору і вуглецю – карбіди, бориди, карбобориди, перешкоджають дифузійним процесам.

На рис.2.а під зоною борованого шару з голчастою структурою надана деталізоване зображення борованого перліту з напівзруйнованими цементитними пластинами. На рис.2.а надана мікроструктура поверхні деталі із сталі 45 після борування [4, 5], а на рис.2.б борований шар після лазерної обробки. Наочно спостерігається подрібнення голчастої структури борованого шару. Після лазерної обробки мікротвердість борованої поверхні зменшується, але суттєво покращуються експлуатаційні, фізико-механічні характеристики.

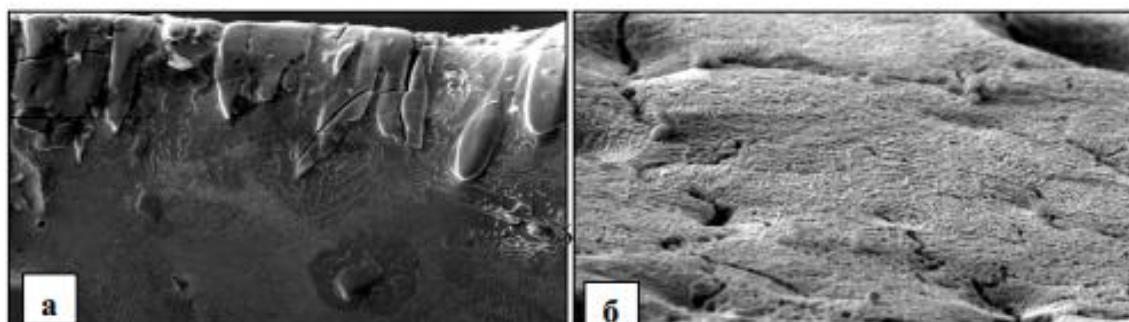


Рис. 2. Мікроструктура перерізу поверхні деталі із сталі 45 а. - після борування, б. – з наступною лазерною обробкою.

Перліт, що початково існує в сталі до дифузійного насичення увесь піддався фрагментації, а новоутворені пластини перліту вистроєні вздовж лінії градієнту концентрації і в значній мірі фрагментації не підверглися. При аналізі борированих зразків сталі 45 голки боридів нахилені під великими кутами друг до друга. Склад боридів, глибина проникнення бору і товщина шару суттєво не змінюється і складає 35 - 40 мкм [4]. Можна відмітити меншу товщину проникнення боридних голок у глибині зразка, а також те, що вони стають не такими гострими. При підвищенні температури насичення до 890 °С глибина проникнення фаз FeB и Fe₂B підвищується (рис. 2а). Товщина шару приблизно становить 45-50 мкм.

Встановлено, що після лазерної обробки голки борованого шару суттєво подрібнюються і під зміцненим шаром виникає зона, що відрізняється за властивостями і структурою від вихідної сталі (серцевини). Ця зона, що насичена легуючими елементами, вуглецем і бором, має більшу скупченість мікроструктур гарту в порівнянні з серцевиною. При охолодженні на повітрі в ній утворюються крупнозернисті структури гарту.

На рис.3. наведений графік розподілу мікротвердості по глибині після різних способів зміцнення поверхневого шару.

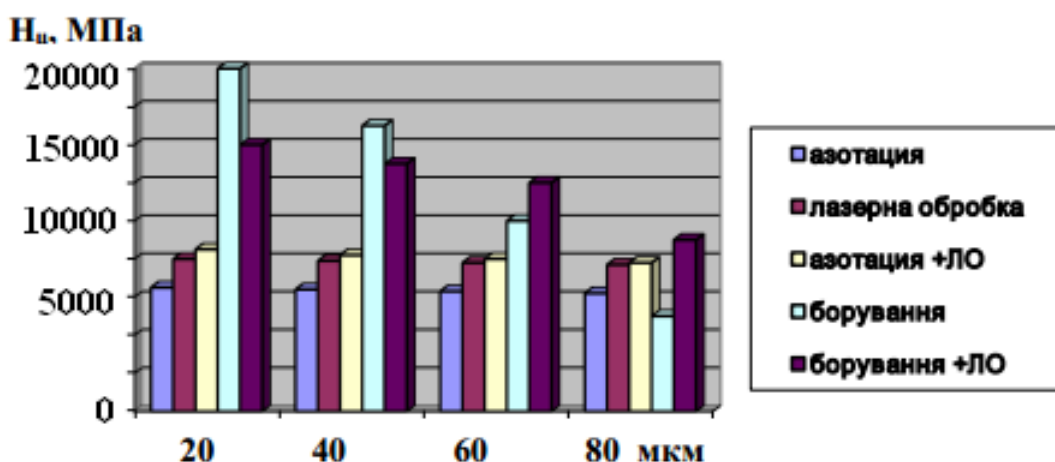


Рис.3. Графік розподілу мікротвердості по глибині після різних способів зміцнення поверхневого шару

Висновки. На підставі аналізу ряду застосованих комбінованих технологічних способів зміцнення поверхневого шару середньо вуглецевих сталей досліджено динаміку трансформації мікроструктур і мікротвердості поверхневого шару.

Список літератури:

ABOUT THE PROBLEMS OF SCIENCE AND PRACTICE, TASKS AND WAYS TO SOLVE THEM

1. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. Технологические процессы лазерной обработки: Учеб. Пособие для вузов / Под ред. А.Г. Григорьянца. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – С. 286 -293.
2. О.Г. Девойно / Технология формирования износостойких поверхностей лазерным легированием / - Минск: УП «Технология», 2001. –С.180.
3. А.С. Завьялов, Г.Н.Теплухин, К.В. Габеев /Умови і механізм утворення безструктурного мартенситу (гарденита)/ Металознавство і термічна обробка металів.- №10.-1979.- С.11-12.
4. Чернета О., Волощук Р., Сухомлін В., Губарев С. Зміцнення відновленого поверхневого шару сталі 45 шляхом лазерного борування. Технічні вісті Львів, 2018/1(47), 2(48). – С.70-72.
5. Чернета О.Г., Сухомлін В.І., Волощук Р.Г., Губарев С.В. Особливості структури відновленого поверхневого шару сталі 45 після зміцнення лазерним боруванням. Збірник наукових праць «Перспективні технології та прилади»//м.Луцьк, грудень 2018 р. – Луцьк: Луцький НТУ, 2018. – Випуск 13. – С. 170-175.