

(Competitor mathematical model of movement of wheeled vehicles in the longitudinal plane).

10. Pat. 36231 Ukraine, MKY7 V62D1 / 18. Hydrovolumetric steering system with a constant sensitivity / VA Petrov, M. Bast, A. Petrov, A. Cooper et al. (Ukraine). - № 200800229; appl. 01.04.08; publ. 10.27.08, Bul. №20.

OPERATION OF MOBILE MACHINES STEERING RESPONSIVE MODE

A. M. Bondar

Summary

The article examined the issue of improved performance manageability of mobile machines with wheel chassis by using adaptive steering. A steering system that works in two modes: transport and maneuver. It is driven device and algorithm of technical indicators. We give a mathematical description of the relationship of the system.

Key words: transfer ratio, sensitivity of root control, adder, adaptation, measuring transducer (VP).

УДК 621.9.048.7:621.373.826:631.31

ЛАЗЕРНА ОБРОБКА ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ З ЧАВУНУ

Ковальчук Ю.О., к.т.н., доц. *

Кравченко В.В., к.т.н., доц.

Оляднічук Р.В., к.т.н.

Уманський національний університет садівництва

м. Умань, Україна

Тел. +380474439837

e-mail: temp1405@mail.ru

* Публікується за рекомендацією: д.т.н., доц., чл-кор. МАО Караєва О.Г.

Анотація. Розглянуто застосування поверхневої лазерної обробки з метою підвищення зносостійкості робочих поверхонь різноманітних деталей с.-г. машин. Використання сучасних оптоволоконних лазерів дозволяє значно підвищити гнучкість виробничої системи з можливістю доставки променя в найбільш важкодоступні ділянки для обробки за рахунок використання оптичного волокна. Наведено результати дослідження впливу параметрів лазерної обробки оптоволоконним лазером при роботі в безперервному режимі із частковим оплавленням поверхні на стан поверхневого шару сірого та високоміцного чавунів. Проаналізовано структуру відповідної зони лазерної обробки. Досліджено вплив потужності лазерного випромінювання на мікротвердість поверхні зони оплавлення сірого чавуну. Наведено залежність середніх значень мікротвердості високоміцного чавуну в зоні термічного впливу від швидкості лазерної обробки.

Ключові слова: поверхнева лазерна обробка, лазерне випромінювання, зона лазерного впливу, зміцнення, гартування, чавун, зносостійкість, деталі сільськогосподарських машин.

Постановка проблеми. Питання покращення механічних властивостей та збільшення ресурсу виробітку деталей не втрачає своєї актуальності серед виробників сільськогосподарської техніки. З чавуну виготовляється значна частина деталей тракторів, комбайнів та сільськогосподарських машин. Для ефективного зміцнення даних деталей може застосовуватися метод поверхневої лазерної обробки. Тому аналіз впливу лазерного випромінювання на поверхню чавуна на даний момент є актуальним та важливим.

Аналіз останніх досліджень. Питаннями визначення властивостей сталей, що зазнають лазерної обробки, займались О.Г. Григор'янц, В.С. Черненко, В.П. Вейко, Є.В. Харанжевський, В.П. Бірюков та інші, які вивчали вплив лазерного випромінювання на поверхню зміцнюваних зразків у різних випадках та для різних матеріалів [1-5]. Зміцненням різних деталей, зокрема із чавуну, що використовуються в сільськогосподарській техніці, за допомогою поверхневої лазерної обробки в останні роки займались такі вчені, як П.О. Огін, І.Ф. Буханова, В.В. Дивинский, В.М. Бобрицький та інші [6-10].

Мета дослідження. Метою роботи є визначення впливу параметрів та режимів лазерної зміцнюючої обробки на структуру і властивості сірого та високоміцного чавунів.

Основна частина. Для здійснення лазерного зміцнення деталей сільськогосподарської техніки доцільно використовувати оптоволоконні лазери, які у порівнянні з газовими та твердотільними мають високу щільність потужності та локальність впливу в зоні обробки, можливість доставки променя через оптичне волокно в найбільш важкодоступні ділянки. Як і для лазерного зміцнення сталей, в чавунах можна виділити зону оплавлення та зону термічного впливу (ЗТВ). У чавунів ЗТВ являє собою зону загартування із твердої фази, а третій шар – перехідна зона, або зона відпуску, – в чавунах зустрічається рідко. В цьому випадку ЗТВ складається лише із зони загартування із твердої фази. У процесі експериментального дослідження здійснювалась лазерна обробка сірого чавуну СЧ 21 та високоміцного чавуну ВЧ 50 за допомогою оптоволоконного ітербієвого лазера в режимі безперервної дії з частковим розплавленням поверхні при щільності потужності випромінювання $4,5 \times 10^3$ Вт/см² та швидкості обробки 10 мм/с. Поперечні перерізи зони обробки відповідних зразків зображені на рис. 1 [10].

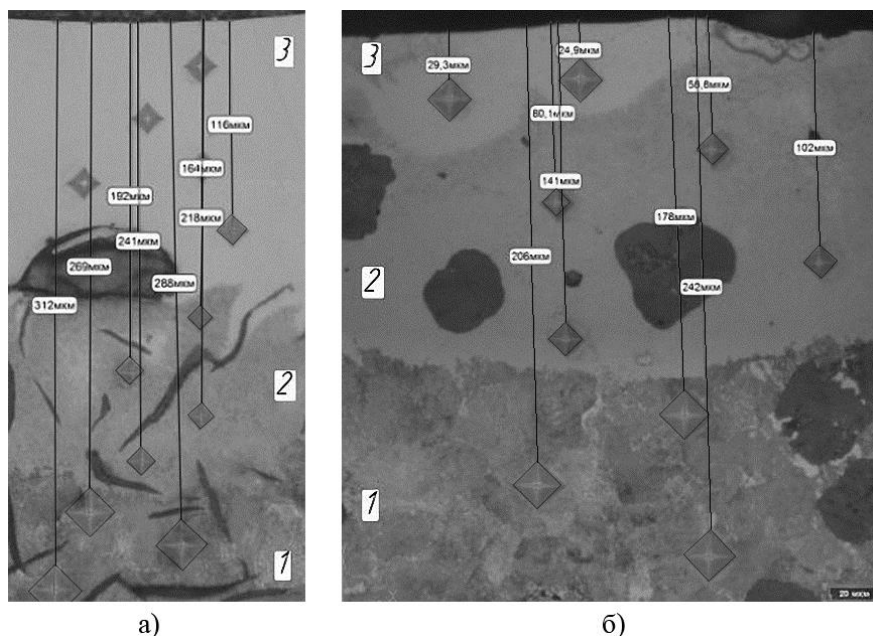


Рисунок 1 – Поперечні перерізи зони обробки:
а) чавун СЧ 21; б) чавун ВЧ 50; 1 - основний матеріал;
2 - зона термічного впливу; 3 - зона оплавлення

Як видно з рисунка, при однаковій інтенсивності лазерного випромінювання для сірого чавуну характерне поширення зони термічного впливу на глибину до 250 мкм. При цьому поширення ЗТВ у високоміцному чавуні відбувається на глибину не більш 150-160 мкм.

При вимірі мікротвердості оброблених ділянок була вивчена одержувана структура. Так, для сірого чавуну основу становлять перліт, ферит, а також пластинчастий графіт з мікротвердістю до 280 Нv. У зоні оплавлення спостерігається ледебурит. Отримана мікротвердість зони оплавлення доходить до 500 Нv. ЗТВ складається переважно з мартенситу, залишкового аустеніту з невеликими включеннями трооститу. Мікротвердість ЗТВ доходить до 840 Нv.

В основі високоміцного чавуну спостерігається наявність перліту, фериту, а також кулястого графіту з мікротвердістю до 340-450 Нv. У зоні оплавлення присутні ділянки ледебуриту, а також залишковий аустеніт. Мікротвердість зони оплавлення доходить 600 Нv. ЗТВ переважно складається з мартенситу, з невеликими включеннями залишкового аустеніту. Мікротвердість ЗТВ доходить до 930 Нv.

У ході експериментальних досліджень вдалося підвищити в зоні обробки мікротвердість сірого чавуну СЧ 21 в 3 рази, а високоміцного чавуну ВЧ 50 в 2 рази. При цьому найбільші показники мікротвердості спостерігаються у високоміцному чавуні. У цілому отримана мікротвердість високоміцного чавуну ВЧ 50 в середньому на 10 % вище, ніж у сірого чавуну марки СЧ 21.

Відомо, що якість лазерної обробки сильно залежить від режимів, в яких відбувається зміцнення відповідних поверхонь. Їх вплив на середні значення мікротвердості в зоні оплавлення може бути різним. Як видно на рис. 2, при збільшенні потужності випромінювання від 0,5 до 1,5 кВт мікротвердість зростає [1]. Це обумовлено прискоренням розчинення графіту, зменшенням кількості мікропор і збільшенням кількості ледебуриту. Незважаючи на те, що при збільшенні швидкості обробки вміст мартенситу зростає, мікротвердість при цьому зменшується.

Підвищення потужності в інтервалі 1,5...2,5 кВт призводить до деякого зниження мікротвердості. Очевидно, у цьому ви-

падку графіт майже повністю розчиняється. Зі збільшенням потужності відбувається насичення аустеніту вуглецем, зменшення частки мартенситу та збільшення частки залишкового аустеніту внаслідок зменшення швидкості охолодження. Крім того, через знеуглецювання вміст цементиту зменшується.

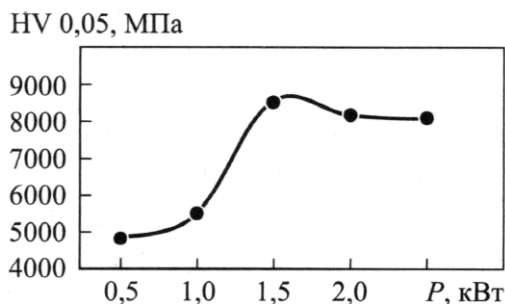


Рисунок 2 – Залежність мікротвердості на поверхні зони оплавлення сірого чавуну від потужності лазерного випромінювання

Збільшення швидкості обробки призводить до зменшення ступеня насичення вуглецем матриці навколо графітних включень у верхній частині ЗТВ. У нижній частині ЗТВ незавершеність аустенітизації при нагріванні зростає і твердий розчин насичується вуглецем в меншій мірі. В результаті цього при збільшенні швидкості середні значення мікротвердості помітно знижуються (рис. 3) [1].

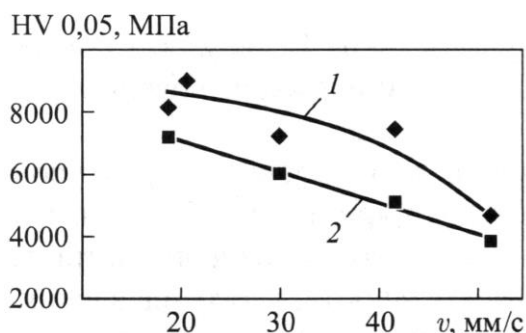


Рисунок 3 – Залежність середніх значень мікротвердості в ЗТВ чавуну ВЧ 50-1,5 від швидкості обробки при:
1 – $q_n = 50 \text{ МВт/м}^2$; 2 – $q_n = 100 \text{ МВт/м}^2$

Більш технологічними є чавуни із дрібними включеннями пластинчастого графіту, оскільки графіт у них при оплавленні розчиняється в більшій мірі, чим в чавунах з компактною формою графіту (високоміцних і ковких). Особливо це помітно при обробці з оплавленням імпульсним випромінюванням, а також безперервним випромінюванням потужністю до 1 кВт.

Здійснювати зміцнення чавунів з оплавленням при високій щільності потужності та швидкості обробки не рекомендується. Крім того, імпульсне гартування з оплавленням може призводити до утворення зони оплавлення краплинного виду.

Висновки. Дослідження лазерного зміцнення чавунів оптоволоконним лазером при роботі в безперервному режимі дозволили зробити висновок про можливість застосування оптоволоконних лазерів для підвищення експлуатаційних характеристик деталей машин і технологічного оснащення, які можуть бути виготовлені з недорогих матеріалів, зокрема із сірих і високоміцних чавунів.

Зміцнювати чавуни слід при невисокій щільності потужності та невеликій швидкості обробки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Григорьянц А.Г. Технологические процессы лазерной обработки : Учеб. пособие для вузов / Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И.; под ред. А.Г. Григорьянца. – 2-е изд., стереотип. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 664 с.

2. Черненко В.С. Променеві методи обробки : Навч. посібник / Черненко В.С., Кіндрачук М.В., Дудка О.І. – К.: Кондор, 2008. – 166 с.

3. Вейко В.П. Опорный конспект лекций по курсу «Лазерные технологии». Введение в лазерные технологии. / В.П. Вейко, А.А. Петров. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 143 с.

4. Харанжевский Е.В. Физика лазеров, лазерные технологии и методы математического моделирования лазерного воздействия на вещество : Учеб. пособие / Е.В. Харанжевский, М.Д. Кривилёв; под ред. П.К. Галенко. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011. – 187 с.

5. Бирюков В.П. Изменение структуры и свойств сталей при лазерном упрочнении / В.П. Бирюков // Фотоника. – 2012. – № 3. – С. 22–26.

6. Огин П.А. Структура и свойства зон перекрытия при лазерной закалке сталей и чугунов / П.А. Огин // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2015. – № 2 (32-2). – С. 130–135.

7. Бирюков В.П. Повышение износостойкости деталей сельскохозяйственной техники и почвообрабатывающих орудий лазерным упрочнением и наплавкой / В.П. Бирюков // Лазерные технологии в сельском хозяйстве : Тематический сборник. – М.: Техносфера, 2008. – С. 256–264.

8. Бобрицкий В.М. Підвищення зносостійкості різальних елементів робочих органів ґрунтообробних машин : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.02.04 «Тертя та зношування в машинах» / В.М. Бобрицкий. – К., 2007. – 20 с.

9. Буханова И.Ф. Применение лазерного излучения для упрочнения и восстановления деталей сельскохозяйственного машиностроения / И.Ф. Буханова, В.В. Дивинский, В.М. Журавель // Лазерные технологии в сельском хозяйстве : Тематический сборник. – М.: Техносфера, 2008. – С. 264–270.

10. Огин П.А. Повышение эксплуатационных характеристик деталей из чугунов с применением закалки оптоволоконным лазером / П.А. Огин // Вестник Нижегородского государственного инженерно-экономического института. Серия «Технические науки». – 2015. – № 12 (55). – С. 55–58.

BIBLIOGRAPHY

1. Hryhoryants A.G. Technological processes of laser processing : Proc. manual for schools / Hryhoryants A.G., Shyhanov I.N., Mysyurov A.I.; ed. A.G. Hryhoryantsa. – 2nd ed., Stereotype. – M.: Publishing House of the MSTU B.C. Bauman, 2008. – 664 p.

2. Chernenko V.S. Radiation processing methods: Teach. manual / Chernenko V.S., Kindrachuk M.V., Dudka O.I. – K.: Condor, 2008. – 166 p.

3. Veiko V.P. Reference abstract of lectures on "Laser Technology". Introduction to laser technology / V.P. Veiko, A.A. Petrov. – St. Petersburg: St. Petersburg State University of Information Technologies, 2009. – 143 p.

4. Haranzhevsky E.V. The physics of lasers, laser technology and methods of mathematical modeling of laser exposure to the substance : Proc. manual / E.V. Haranzhevsky, M.D. Krivilev; ed. P.K. Galenko. – Izhevsk: Publishing house "Udmurtia University", 2011. – 187 p.

5. Byryukov V.P. Changing structure and properties of steels at laser hardening / V.P. Byryukov // Photonics.- 2012. - № 3. – P. 22–26.

6. Ogin P.A. Structure and properties of overlapping zones for laser hardening of steels and cast irons / P.A. Ogin // Vector of science of Togliatti State University. – 2015. – № 2 (32-2). – P. 130–135.

7. Byryukov V.P. Improving the durability of parts of agricultural machinery and tillers of laser hardening and cladding / V.P. Byryukov // Laser Technology in Agriculture: Thematic collection. – M.: Technosphere, 2008. – P. 256–264.

8. Bobrytskiy V.M. Improving the durability of cutting elements of tillage machines work: Author. thesis. for obtaining sciences. degree candidate. sc. sciences specials. 05.02.04 «Friction and wear in machines» / V.M. Bobrytskiy. – K., 2007. – 20 p.

9. Bukhanova I.F. The use of laser radiation for hardening and restoring of Agricultural Engineering / I.F. Bukhanova, V.V. Dyvynskiy, V.M. Juravel // Laser Technology in Agriculture: Thematic collection. – M.: Technosphere, 2008. – P. 264–270.

10. Ogin P.A. Improving the performance characteristics of parts made of cast iron with the use of hardening by a optical-fiber laser / P.A. Ogin // Bulletin of the Nizhny Novgorod State Engineering and Economic Institute. A series of «Technical Sciences». – 2015. – № 12 (55). – P. 55–58.

LASER PROCESSING OF AGRICULTURAL MACHINERY PARTS MADE OF CAST IRON

Y.O. Kovalchuk, V.V. Kravchenko, R.V. Olyadnichuk

Summary

The application of surface laser treatment for the purpose of increasing wear resistance of working surfaces of various agricultural machines parts is considered. It is noted that the use of

modern optic-fiber lasers can significantly increase the flexibility of the production system with the possibility of delivering the beam to the most inaccessible areas for processing by using optical fiber. The results of a study of the effect of laser processing parameters by a optic-fiber laser when operating in a continuous mode with a partial reflow of the surface on the state of the surface layer of gray and high-strength cast irons are presented. The structure of the corresponding laser processing zone is analyzed. The effect of the laser radiation power on the microhardness of the surface of the gray cast iron reflow zone is investigated. The dependence of average values of high-strength cast iron microhardness in the zone of thermal influence on the speed of laser treatment is represented.

Key words: surface laser treatment, laser radiation, laser action zone, hardening, tempering, cast iron, wear resistance, agricultural machinery parts.

УДК 634.1/7.03:631.004

ОЦЕНИВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ПОДВОЕВ И ПРИВИТЫХ РАСТЕНИЙ КОСТОЧКОВЫХ КУЛЬТУР ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В ПЛОДОВЫХ ПИТОМНИКАХ

Караев А.И., д.т.н., чл.-кор. МААО

Таврический государственный агротехнологический университет

г. Мелитополь, Украина,

Тел. +380619421383

Толстолик Л. Н., к. с.-х. н.

Мелитопольская опытная станция садоводства имени

М.Ф. Сидоренко Института садоводства Национальной академии аграрных наук Украины

г. Мелитополь,

Тел. +380619422801

Аннотация. В статье приведены значения параметров подвоев и привитых растений косточковых культур на различных фазах их роста и развития в плодовом питомнике. Определены этапы контроля состояния растений и условия его про-