

Изследване възможностите за възстановяване на износени и дефектирали чугунени детайли от аграрна техника

Тихомир Василев, Даниел Бекана, Живко Колев

Research on the possibility of recovery of worn and defective cast iron parts from Agricultural machinery: In this paper possibilities of recovering (remanufacturing) of worn out and defective parts from agricultural machinery are discussed. Priorities and applications of some cast irons parts remanufacturing methods are described. Problems related to cast iron recovery methods are discussed. Conclusions and possibilities for improving cast iron remanufacturing methods are given.

Key Word: cast irons, rebuilding, cast irons welding electrodes.

ВЪВЕДЕНИЕ

Чугуните намират широко приложение като конструкционен материал в машиностроенето. Чугуна е добър леярски материал. От него могат да се лият най-сложни (леки и с голяма маса) машинни части, чиято форма не би могла да се получи по никакъв друг начин. Главно на това (технологично) свойство на чугуните се дължи извънредно високата им употреба: средно 50%, а в някои случаи (при металорежещите машини) над 85% от теглото на машините се пада на чугуна. За всеки конструкционен материал най-важни и определящи са механичните свойства. При чугуните е налице именно съчетание на добри механични и технологични (възможност за евтино и лесно оформяне чрез леене) свойства. От най-голямо значение за механичните свойства на чугуните са количеството, едрината, формата и разпределението на включените в структурата му графитни образувания [1].

ИЗЛОЖЕНИЕ

1. Теоретични предпоставки при оптимизиране на методите за възстановяване на детайли от чугун

Възстановяването на детайлите от аграрно индустриална техника се заключава в отстраняването на дефекти, повреди и размерно възстановяване на износените такива. Методите за отстраняване на дефекти и повреди се различават от размерното възстановяване. Под размерно възстановяване се разбират онези методи, които се прилагат за възстановяване номиналния размер на износените детайли. Такива са електродъговото наваряване, газотермичната метализацията, електрохимичните покрития и подобните на тези съвременни методи като плазмено наваряване, лазерно наваряване и нанасяне на диамантно покритие „DLC“ (Diamond Like Coating) [6].

От практиката е известно че заваряването и наваряването на чугуните имат своите особености [2]. Детайлите, които са подложени на абразивно износване, а също и тези, подложени на сложно и знакопроменливо натоварване, се изработват от модифициран чугун, и възстановяването им е свързано с трудности [4].

Тези трудности възникват от факта, че при топенето на металния електрод под въздействието на кислорода и азота от въздуха протичат ред сложни химико-металургични процеси. Поради това, количеството на въглерода и легиращите елементи в наварения метал е по-малко, отколкото в метала на електрода. Ако наваряването се извършва с електроди от нисковъглеродна стомана без обмазка, в наварения метал съдържанието на въглерод, манган и силиций се намалява, а съдържанието на кислород и азот се увеличава. Това причинява рязко влошаване на механичните свойства.

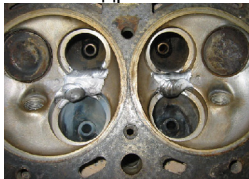
За да се получи метал с добри механични качества, върху металната сърцевина на електрода се нанасят обмазки, които при горене на дъгата образуват газова и шлакова защита на наварения метал от въздуха. Понякога се използва

само шлакова защита. Много често обмазките съдържат елементи, които при топенето преминават в наварения метал. По този начин навареният метал може да съдържа елементи, каквито не е имало в металната сърцевина на електрода. Чрез електроди от ниско въглеродна стомана със специални обмазки например, навареният метал може да добие свойствата на чугун [2].

Главните затруднения, които възникват при отстраняването на дефектите на чугунените детайли и които се определят от естествените свойства на чугуна, са следните: склонност към образуване на твърди закалчни структури в зоната на сплавяване и съседните метални слоеве, малка пластичност на чугуна (вътрешните напрежения, възникващи в процеса на наваряване на детайла, и неспособността на чугуна да се деформира пластично под тяхното въздействие са причина за образуване на пукнатини), рязък преход от твърдо в течно състояние и обратно, прескачайки пластичното състояние. Съществени затруднения се създават и от големия брой на марките чугуни, от масата на отливките и от конструктивните им особености. По причини, дължащи се на свойствата на чугуните, при наваряването им трябва да се имат предвид конструктивните особености на изделието, експлоатационното предназначение на повърхнините и отделните части на отливките и детайлите, а също и етапът на механична обработка, при който е открит дефектът. Методът за наваряване се избира в зависимост от характера, размера и разположението на дефекта в изделието.

2. Изследване на приложението на различни видове методи за възстановяване на износени и дефектирали детайли от чугун

В съвременното машиностроене се използват различни марки високояки, модифицирани и легирани чугуни. Освен за конструкционни детайли като цилиндрови блокове, цилиндрови втулки, корпуси, плочи, кожуси, капачки и др., от чугун се изработват също и такива динамично и тежко натоварени детайли като разпределителни и колянни валове, зъбни колела, червячни колела, маховици, ремъчни шайби, клапани, верижни колела, спирачни барабани, дискове за съединители и др.



a)



b)

Фиг. 1. Често срещани детайли от чугун подлежащи на възстановяване: а –цилиндрова глава [7]; б –колян вал [5]

Всички методи за възстановяване могат да бъдат разделени на три групи: **I - методи**, предназначени за получаване на наварен метал във вид на чугун с определени свойства (феритно - перлитен, перлитен, високо як с глобуларен графит и др.), което се постига при използването на съответни наваръчни материали; **II - методи**, предназначени за получаване на наварен метал - не чугун, от който се изисква да притежава добра обработваемост чрез рязане (сплави с високо съдържание на никел, мед, високолегираны стомани и др.), или такива изисквания не се предявяват (въглеродна стомана). Към тях следва да се отнесат също и **III - незаваръчните методи** за отстраняване на дефекти. Съществуват още редица методи, които се прилагат при специални случаи: газо - прахово и електрошлаково наваряване, наваряване с лентов електрод, спояване с припой от цинкова сплав при температура 350°C, спояване при 200°C след предварително химично помедняване и др.

Технологичните процеси на наваряване до голяма степен зависят от използваните заваръчните материали (електроди, заваръчни телове) и вида на защитната среда. Методите за наваряване и наваръчните материали трябва да осигуряват високо качество на наваръчното покритие и надеждна работа на възстановените чугунени детайли. При подходящ избор на метода и добавъчния метал за наваряване е възможно получаването на наварен метал във вид на чугун с определени свойства (перлитно - феритен, перлитен, чугун с висока якост и др.); на наварен метал с високо съдържание на никел и/или мед; високолегирана стомана, на ниско въглеродна стомана и т. н.

При определяне приложимостта на различните методи за наваряване на чугун, освен получаването на висококачествени показатели, надеждност и икономическа ефективност, от съществено значение е технологичността на прилаганите методи и материали.

Методите, по технологични и качествени признаци могат да се класифицират на три групи по следния начин [2]:

1. Наварен метал - чугун с определени свойства:

1.1. Газо - термично наваряване.

1.1.1. На горещо с чугунена добавка - за различни дефекти с малки и средни размери на обработваеми, обработени и отговорни необработваеми повърхнини с различно експлоатационно предназначение.

1.1.2. Нискотемпературно заваро - спояване с чугунени заваръчни пръчки - за непроходни дефекти с малки размери на обработени работни повърхнини.

1.2. Електродръгово наваряване във ванно положение.

1.2.1. Ръчно с чугунени електроди, механизирано с тръбен тел – за различни дефекти с много големи размери на обработваеми, обработени и отговорни необработваеми повърхнини.

1.2.2. С тръбен тел и керамични пръчки – за различни дефекти с малки и средни размери на обработваеми повърхнини, които не се подлагат на повърхностно закаляване.

2. Наварен метал - не чугун, от който се изисква да бъде обработваем чрез рязане:

2.1. Студено електродръгово наваряване:

2.1.1. Ръчно с медно - никелови електроди - непроходни дефекти с малки и средни размери на обработваеми и обработени повърхнини. В отделни случаи -проходни дефекти с малка дължина.

2.1.2. Ръчно с желязно-никелови електроди - различни дефекти с малки и средни размери на различни повърхнини на отливки и детайли.

2.1.3. Ръчно с ниско-въглеродни стоманени електроди със специална обмазка - непроходни дефекти с малки размери на обработени повърхнини.

2.1.4. Ръчно с електроди на медно стоманена основа - проходни дефекти на необработени повърхнини на отливки и стени на резервоари.

2.1.5. С тънки телове на никелова основа - преходни слоеве при многослойно наваряване на дефекти на обработени повърхнини, различни дефекти върху тънкостенни детайли (отливки).

2.1.6. Наваръчни електроди на медна основа – дефекти при леене, при неспояване и отвори, преходни слоеве при многослойно наваряване, проходни дефекти върху тънкостенни детайли (отливки).

2.2. Газо-термично нискотемпературно заваро-спояване:

2.2.1. Заваро-спояване с месингови припои - непреходни дефекти с малки размери на обработени повърхнини.

2.2.2. Газо-прахово наваряване със самофлюсиращи се прахови сплави - непроходни дефекти с малки и средни размери, открити при последните операции на механична обработка на отливки, побитости и нехерметичност на корпусни детайли.

2.3. Метализация със сплави на основата на молибден, цинк и др.

3. Нанасяне на наварен метал - не чугун, от който не се изисква да бъде обработваем чрез отнемане на стружки:

3.1. Заваряване: ръчно със стоманени електроди или полуавтоматично с тръбни или плътни телове - непроходни дефекти на необработваеми повърхнини на отливките.

3.2. Незаваръчни методи за отстраняване на дефекти: механично запълване; запълване със замазки на полимерна основа; просмукване (импрегниране).

2.1. Обозначение, механични свойства и приложение на някои видове електроди за заваряване и наваряване на детайли от чугун

В таблица 1 са показани електроди за заваряване и наваряване на чугун които са често използвани в България. Дадени са производителите, означенията и механичните свойства. [2, 8, 9]

Таблица 1

Електроди за заваряване и наваряване на чугун СЧ до 35 и ВЧ до 80-2					
1.	Никелови електроди: Ni - 99-99,5%; 160 - 170 HB; Rm > 300 Приложение: корпуси на машини и съоръжения, скоростни кутии, картери, зъбни козела и др.				
	Фирма	Марка, електроди			
	Bohler	FOX GNI			
	Oerlikon	Superfonte Ni			
	ESAB	OK 92.18			
	Zelezarna	Cast Ni			
2.	Желязно-никелови електроди. Приложение: хидроцилиндри, рами, цилиндрични блокове от високояк (сферографитен) чугун, муфи, фитинги и други чугунени детайли.				
	Фирма	Марка, електроди	Хим. състав	Якост Rm, [MPa]	Твърдост, HB
	Ихтиман	E - NiFe	-	350	140 - 160
	Bohler	FQX GNX	Ni 55		180
	Oerlikon	Superfont Ni Fe	Ni 53; Fe 45	450	220
	ESAB		Ni 53; Fe 43	450	200
	Zelezarna		Ni 50; Fe 46	350	160 - 200
3.	Медно-никелови електроди. Приложение: дефекти по чугунени отливки.				
	Bohler	GFW		-	140
	Oerlikon	Superfont Ni Cu			
	Zelezarna		Ni 70; Cu 30	300	160
4.	Електроди за заваряване с подгряване. Приложение: цилиндрични блокове, големи чугунени отливки и др.				
	Ихтиман	GA - Spezial	C 3,2; Si 3; Ma 0,9		200
	Bohler	Fe C		~ 310	190
	Zelezarna	SL 250	C 3,2; Si 3,7, Mo 0,6	270	250
	Castolin	SL 250	C 3,2; Si 3,7, Mo 0,6	270	250

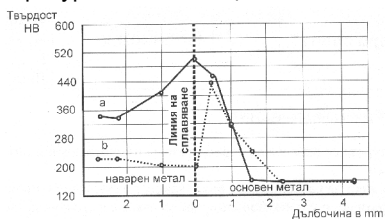
Тези електроди се характеризират както с висока цена, така и с липсата им на пазара, тъй като не се използват често.

Направените изследвания показват, че за възстановяване на износени детайли могат да се използват медно-никелови и медно-стоманени електроди [2, 4]. Получените покрития се характеризират с висока твърдост в зоната на сплавяването. Качеството на наваръчните покрития се характеризира с липса на пукнатини и други дефекти и възможността да бъдат обработени механично с металорежещи машини (фиг. 2) [2].

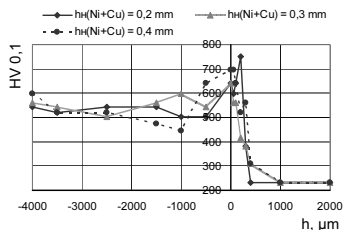
Направените изследвания дават основание за по-нататъчно задълбочаване на изследванията на възстановителните покрития с добавъчни материали от никел и/или мед и нисковъглеродна стомана.

На фиг. 3 са дадени получени резултати от изследване на възстановително покритие върху цилиндрични пробни тела от ферито-перлитен сив чугун с диаметър $\Phi = 50$ mm. Възстановителното покритие е реализирано чрез предварително нанасяне на двуслойно електрохимично покритие от никел и мед и последващо наваряване в защитна среда от въглероден диоксид с електроден тел марка 08Г2С с

диаметър $d_T = 0,8$ mm. Получените резултати потвърждават данните от литературните източници.



Фиг. 2. Изменение на твърдостта на еднослойно покритие върху образци от СЧ 18–36, с размери 200 x 150 x 25 mm: а - еднослойно наваръчно покритие, реализирано с електроди от медно-никелова сплав; б - еднослойно наваръчно покритие, реализирано с медно-стоманени електроди [2]



Фиг. 3. Изменение на микротвърдостта на наваръчно възстановително покритие, реализирано чрез нанасяне на двуслойно преходно електрохимично покритие и последващо наваряване с електроден тел 08Г2С, с диаметър $d_T = 0,8$ mm, нанесено върху образец от ферито-перлитен чугун с диаметър $\Phi = 50$ mm

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В резултат на проведеното изследване може да се направи извода, че възстановяването на детайли от чугун намира много голямо приложение в областта аграрно индустриалната и автомобилната техника, както за възстановяване на корпусни статично натоварени детайли, така и на детайли, подложени на големи динамични и силови натоварвания. Независимо от получените резултати все още е необходимо усъвършенстване на технологиите за възстановяването на износени и дефектирани детайли от чугун. От показаните класификации се вижда, че качеството на възстановените повърхнини зависи от техническите изисквания за дадената повърхнина, следователно необходимо е разработването на технология, която да позволява получаването на възстановителни покрития различни по състав на наварения метал, твърдост, възможност за обработваемост с режещи инструменти, корозионна устойчивост и други свойства.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. БалеВСКИ А. Металознание. Техника, София, 1988.
- [2] Батманов В. А., Заваряване на чугун, превод от руски инж. Емил. Иванов, ТЕХНИКА София, 1967
- [3]. Гавазов С и др. Справочни данни за технолози и заварчици – “РЕТЕХ”, Варна, 1999.
- [4] Живко К. Изследване на комбинирана технология за възстановяване на чугунени детайли от земеделската и автотракторната техника, (дисертационен труд) Русенски Университет “Ангел Кънчев” – Русе, 2009 г
- [5] Петров С.В. Новые технологии и оборудование для напыления защитных покрытий, http://www.plazer.com.ua/docs/pdf/new_oborud.pdf]
- [6]. Tither D., W. Ahmed, E. Ahmed, Hybrid plasma CVD of diamond-like carbon (DLC) at low temperatures, Department of Chemistry, The Manchester Metropolitan University, John Dalton Building, Chester Street, Manchester, M15 5GD, UK.
- [7] <http://crackheads.sultaninfo.com/>
- [8] <http://www.petexbg.com/spec/spr4-5%20bg.pdf>
- [9] http://products.esab.com/ESABDocs/Bulgaria/ESAB_R&M_Handbook_Bulg_Final.pdf

Изследванията са подкрепени по договор № ВГ051Р0001-3.3.04/28, „Подкрепа за развитие на научните кадри в областта на инженерните научни изследвания и иновациите”. Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси” 2007-2013, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз”.

The study was supported by contract № BG051PO001-3.3.04/28, "Support for the Scientific Staff Development in the Field of Engineering Research and Innovation". The project is funded with support from the Operational Programme "Human Resources Development" 2007-2013, financed by the European Social Fund of the European Union.

За контакти:

Инж. Тихомир Василев, катедра "Ремонт, надеждност и химични технологии", Русенски Университет "Ангел Кънчев", Тел: 082 888 701, tihomir_vasilev@abv.bg

Доц. д-р инж. Даниел Бекана, катедра "Ремонт, надеждност и химични технологии", Русенски Университет "Ангел Кънчев", Тел: 082 888 701. Email: dbekana@uni-ruse.bg

Гл. ас. д-р инж. Живко Колев, катедра "Топлотехника, хидро и пневмотехника", Русенски Университет "Ангел Кънчев", Тел: 082 888 304, zkolev@uni-ruse.bg