

Относно технологията на наваряване на металорежещи инструменти чрез електродъгов разряд с кух катод във вакуум

Младен Трифонов, Николай Фердинандов, Стефан Вичев, Красимир Иванов

Abstract: Cutting tools are made through building by welding of High-speed steel onto structural steel. An electric arc discharge with hollow cathode (HCA) in vacuum has been used. The influence of the subsequent heat treatment on the hardness of the as obtained surface layers is studied. The results are compared with those of layers, made using TIG building up by welding.

Key words: Hollow Cathode Arc, Metal Tools, Building up by Welding.

ВЪВЕДЕНИЕ

Металообработващите инструменти притежаващи сложни повърхнини и големи размери (инструменти за обработване на отвори, профилни и многозъбни инструменти и др.) най-често се изработват от различни видове бързорежещи стомани. Тези материали притежават необходимите твърдост (63 ± 70 HRC), топлоустойчивост (до около $600\pm 700^\circ\text{C}$) и изнosoустойчивост, благодарение на намиращите се в тях легиращи елементи - волфрам, молибден, кобалт и ванадий, които свързвайки се с въглерода образуват топлоустойчиви карбиди [1,2,4]. Това от своя страна позволява инструментите изработени от такива стомани да бъдат използвани при скорости на рязане над 30 ± 40 m/min.

Общ недостатък на инструментите от бързорежеща стомана е тяхната висока цена. Във връзка с това е важно да се създаде и използва една сравнително по - икономична конструкция на инструмента, която да гарантира и необходимата трайност при експлоатация. В такъв случай подходящи за изработването на корпуса на инструмента се явяват конструкционните стомани от типа: 40, 45 или 50, а върху тях се наварят режещите ръбове, които могат да бъдат например от стомана P18, P6M5 и други. Така икономията на скъпоструващата бързорежеща стомана може да достигне до 80-85% в зависимост от типа и размера на инструмента [3].

Основен недостатък на голяма част от използваните в практиката методи за наваряване е недобрата защита на основния и допълнителен метал от въздействието на въздуха. Вследствие на газонасищането с кислород, азот и водород рязко се влошават показателите на качество на получените покрития, като е налице повишаване на газовите пори, шлаковите включения, пукнатините и т.н.

Резултата от съчетаването на ефективността на вакуума като защитна среда за наваряване с редицата положителни качества на електродъговия разряд с кух катод е намаляване процента на дефектите, повишаване на механичните свойства и пластичността на наварените слоеве. Според [3] трайността на наварени във вакуум металорежещи инструменти е с $40\pm 50\%$ по-висока в сравнение с тази на инструменти получени изцяло от кована бързорежеща стомана от същата марка. Липсва обаче сравнение с резултати, получени чрез класическите методи на наваряване като например ВИГ.

ЦЕЛ И ЗАДАЧИ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО:

Цел:

- разработване на лабораторен вариант на технология за наваряване на металорежещи инструменти чрез електродъгов разряд с кух катод във вакуум.

Задачи:

- изследване влиянието на метода на наваряване върху показателите за качество на получените покрития;
- изследване влиянието на допълнителното термично обработване върху показателите за качество на наварените слоеве;

ИЗЛОЖЕНИЕ:

При изработването на металорежещи инструменти чрез наваряване е необходимо да се постигнат определени показатели за качество на наварените покрития, които да отговарят на експлоатационните изисквания. Като основни показатели за качеството им се приемат: макротвърдост, топлоустойчивост, износоустойчивост, геометрични размери и форма, а като спомагателни - коефициент на смесване, геометрични размери и форма на зоната на термично влияние, външен вид и други.

За изследване влиянието на метода на наваряване върху показателите за качество на наварените покрития са проведени сравнителни изследвания с два метода на наваряване – механизирано наваряване с електродъгов разряд с кух катод във вакуум и ръчно ВИГ наваряване. Изследванията с първия метод са осъществени с усъвършенствана инсталация за обработване във вакуум в лабораторията „Технологични процеси за обработване във вакуум чрез електродъгов разряд с кух катод“ на катедра „Материалознание и технология на материалите“ [6]. Захранващите токоизточници за основния и спомагателния разряд са от нов тип - инверторен със стръмнопадаща външна характеристика [5]. Изследванията с ръчно ВИГ наваряване са проведени също, като е използван инверторен тип токоизточник.

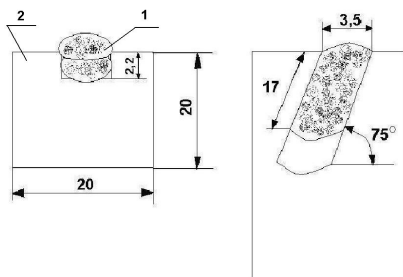
Изборът на инструмент – стругарски нож, чийто режещ ръб да бъде наварен е направен въз основа на техническите характеристики на инсталацията (обем на камерата и наличното спомагателно оборудване за манипулиране с инструмента), възможността за провеждане на допълнително термично обработване, както и последващи изпитвания за износоустойчивост. Като пробни тела са използвани заготовки от стругарски ножове от стомана 45. Предварителната подготовка на повърхнините им за наваряване се заключава в нарязване с циркулярна фреза в челната страна на заготовката на наклонен под 75° спрямо надлъжната им ос канал с дължина 17 мм, широчина 3,5 мм и дълбочина 2,2 мм (фиг.1).

Добавъчният материал за покритията е под формата на тел - марка S200 (съответстващ на стомана P18) за ВИГ наваряване с диаметър 3,5 мм, дължина 17 мм и характеристики според производителя дадени в табл. 1 [7].

Характеристики на добавъчен материал S 200

Табл. 1

Означение BOHLER	Означение DIN	C, %	Cr, %	V, %	W, %	Температура на отвъръщане, °C	Твърдост след закаляване и отвъръщане, HRC
S 200	S 18-0-1 1.3355	0,75	4,1	1,1	18,0	550-580	64-66



Фиг.1 Форма и размери на навареното пробно тяло.

1- наварено двуслойно покритие от бързорежеща стомана P18;
2- заготовка от стомана 45

Наварени са по две пробни тела със всеки един от методите. Покритията са двуслойни и са изпълнени при условията дадени в табл. 2 и табл. 3.

Режими на работа при наваряване чрез електродъгов разряд с кух катод Табл.2

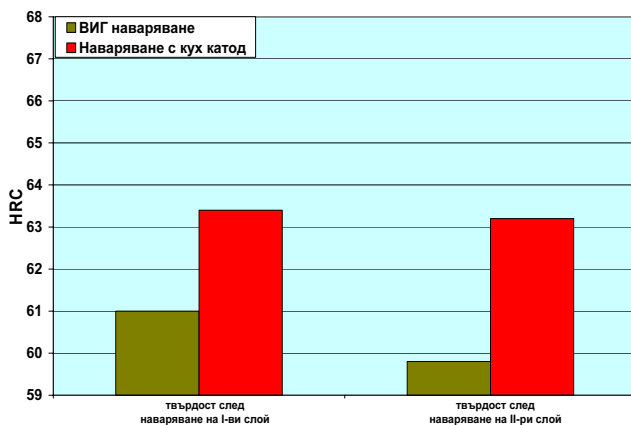
	Работно налягане в камерата – P, mbar	Диаметър на кухия катод – $d_{k.k.}$, mm	Количество на плазمو образуващия газ – G_{Ar} , l/h	Големи на тока – I, A	Скорост на наваряване – V_{nav} , mm/s	Дължина на дъгата – l, mm
1-ви слой	$4 \cdot 10^{-2}$	3,5	2,0	70	1,6	7
2-ри слой	$4 \cdot 10^{-2}$	3,5	2,0	70	2,0	7

Режими на работа при ВИГ наваряване

Табл.3

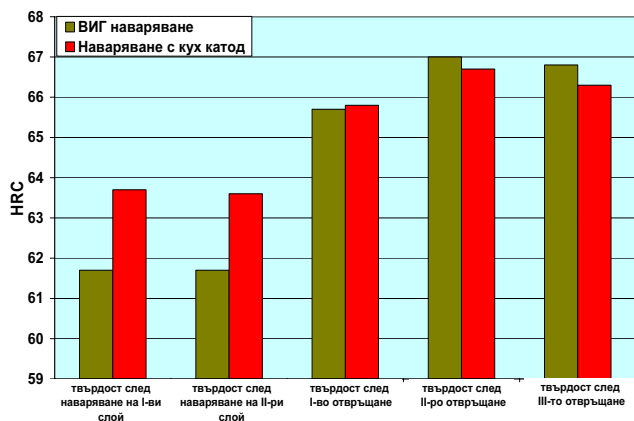
	Средна големина на тока – I, A	Диаметър на волфрамовия електрод – d, mm	Разход на защитен газ, l/min	Средна скорост на наваряване – V_{nav} , mm/s
1-ви слой	80	2,4	8,0	1,6
2-ри слой	80	2,4	8,0	2,0

След наваряване на всеки един от слоевете пробните тела са охлаждадени на въздух до стайна температура, повърхнините им са подготвяни и са правени по шест измервания на твърдостите им по метода на Роквел. Използван е твърдомер ТК-2М с натоварване 187,5 kg. Резултатите за два от инструментите (по един от всеки вид) като средна стойност са представени на фигури 2.



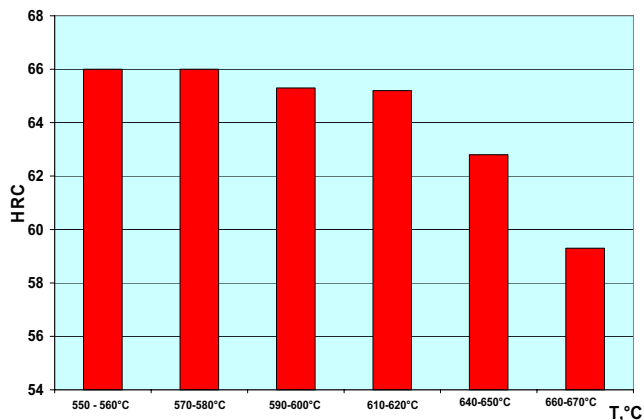
Фиг.2 Твърдост на получените покрития след наваряване без последващо термично обработване.

За изследване влиянието на допълнителното термично обработване (ТО) върху твърдостта на слоевете останалите две заготовки са нагрявани (отвърщани) трикратно до температури $560 \pm 570^{\circ}\text{C}$ с последващо задържане от 1 час в лабораторна камерна пещ ПЕК 4. Целта е дисперсно твърдеене свързано с отделянето на уякчаваща фаза (сложни карбиди от вида Me_6C , MeC , Me_{23}C_6) и съответно повишаване на твърдостта. Резултатите от измерванията са показани на фигура 3. След наваряване на пробните тела и последващото термично обработване на две от тях всички са оформени по подходящ начин, като стругарски ножове, заточени са и са подложени на изпитвания на износване. Резултатите от тях ще бъдат представени в друга работа.



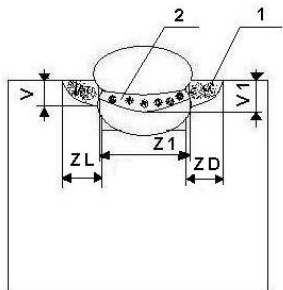
Фиг.3 Твърдост на получените покрития след наваряване и последващо термично обработване

С цел потвърждаване информацията от [7], относно топлоустойчивостта на бързорежщата стомана наварени по метода ВИГ покрития са нагрявани до температури от порядъка на $560\pm 670^{\circ}\text{C}$ и след едночасово задържане и охлаждане на въздух е измервана тяхната твърдост. Получените резултати са преставени на фигура 4 и доказват литературните данни според които изделия изработени от стомана P18 запазват високата си твърдост ($\text{HRC} > 60$) до температури от порядъка на $630\pm 640^{\circ}\text{C}$.



Фиг.4 Твърдост на покритията след нагряване до температури $560\pm 670^{\circ}\text{C}$

За оценяване на спомагателните показатели за качество на покритията са измервани геометричните размери на зоните на термично влияние (ЗТВ) и коефициента на смесване γ на първия слой със заготовката са подготвени напречни макрошлифове и е използван микроскоп МБС-1. Тъй като инструментите са заточвани за провеждане на изпитванията на износване някои от размерите на зоните на термично влияние липсват. Резултатите са представени в таблица 4, а схема на напречното сечение на макрошлиф от навареното пробно тяло - на фиг 5.



Фиг.5 Напречно сечение на макрошлиф.

1- зона на термично влияние получена при наваряване на първи слой; zL , zD - широчини на зона 1; v - дълбочина на зона 1; 2- зона на термично влияние получена при наваряване на втори слой; $z1$ - широчина на зона 2; $v1$ - дълбочина на зона 2;

Стойности на γ и на геометричните размери на ЗТВ						Табл.3
	z L, mm	z D, mm	z1, mm	v, mm	v1, mm	γ , %
Инструмент наварен ВИГ без допълнително ТО	1,6	2,3	4,4	1,5	1,6	8,5
Инструмент 2 наварен ВИГ след допълнително ТО	2,5	-	4,4	1,4	1,8	15
Инструмент наварен във вакуум без допълнително ТО	-	3,0	3,5	2,1	1,8	9,8
Инструмент наварен във вакуум след допълнително ТО	6,1	-	3,9	1,6	1,6	9,2

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработен е лабораторен вариант на технология за изработване на металорежещи инструменти чрез наваряване на режещите им ръбове. Установено е, следното:

1. Наварените с електродъгов разряд с кух катод във вакуум покрития притежават твърдост от порядъка на 63+64 HRC, която е с около 2+3 единици по-висока от тази на покритията, наварени с метода ВИГ.
2. Последващото термично обработване води до допълнително повишаване на твърдостта на наварените слоеве, като същата достига стойности от порядъка на 66+67 HRC, независимо от метода на наваряване.
3. Геометричните размери на зоните на термично влияние при наваряване с кух катод са по-големи в сравнение с тези получени след наваряване с нетопим волфрамов електрод, като причината за това най-вероятно е по-високата плътност на топлинния поток в първия случай.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Геллер Ю. Инструментальные стали. М. Металлургия. 1968.
- [2] Михайлов И., П. Данев. Термично обработване на металите и сплавите. Технически университет Русе. 1992.
- [3] Неровный В.М., Ямпольский В.М. Сварочные дуговые процессы в вакууме. М.; Машиностроение, 2002.– 264 с.
- [4] Специальные стали и сплавы. Справочник в пяти томах (3 том). Под редакцией д-ра т.н. Ф. Химушина. М. 1968.
- [5] Ташков А., А. Петков, Ц. Беширов, М. Трифонов Н. Фердинандов. Усъвършенстване на електрическата система за захранване на електродъгов разряд с кух катод във вакуум. Студентска научна сесия – СНС'09, РУ "А.Кънчев", Русе, 14.05.2009г.
- [6] Трифонов М.Ц., Маринов Х., Фердинандов Н., Състояние и перспективи на технологията за електродъгово заваряване и наваряване във вакуум. Current state and perspectives of arc welding and building up by welding in vacuum technology. "Машиностроене&електротехника", научен брой 12, 2005, с.43 – 45.
- [7] www.bohler-edelstahl.com

За контакти:

Доц. д-р Младен Трифонов "Материалознание и технология на материалите", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 206, e-mail: mtr@ru.acad.bg
 Гл.ас. Николай Фердинандов "Материалознание и технология на материалите", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 206, e-mail: nferdinandov@ru.acad.bg

Докладът е рецензиран.



РУСЕНСКИ УНИВЕРСИТЕТ „АНГЕЛ КЪНЧЕВ”
UNIVERSITY OF RUSE „ANGEL KANCHEV”

ДИПЛОМА

Програмният комитет на
Научната конференция RU&SU'09
награждава с КРИСТАЛЕН ПРИЗ
“THE BEST PAPER”

**МЛАДЕН ТРИФОНОВ, НИКОЛАЙ ФЕРДИНАНДОВ,
СТЕФАН ВИЧЕВ, КРАСИМИР ИВАНОВ**

автори на доклада

“Относно технологията на наваряване
на металорежещи инструменти чрез
електродъгов разряд с кух катод във вакуум”

DIPLOMA

The Programme Committee of
the Scientific Conference RU&SU'09
Awards the Crystal Prize
"THE BEST PAPER"

**to MLADEN TRIFONOV, NIKOLAI FERDINANDOV,
STEFAN VICHEV, KRASIMIR IVANOV**

authors of the paper

“On the hollow cathode arc technology for obtaining
of cutting tools through building by welding in vacuum”

РЕКТОР
RECTOR

доц. д-р Христо Белоев
Prof. DSc Hristo Beloev

30.10.2009