

ЛАЗЕРНА ТЕРМИЧНА ОБРАБОТКА НА НИСКОЛЕГИРАНИ ИНСТРУМЕНТАЛНИ СТОМАНИ

Николай Иванов Кемилев

***ВТУ “Тодор Каблешков”, София, ул. “Гео Милев” №158, София
България***

Ключови думи: лазерна термична обработка, инструментални стомани.

Резюме: Този доклад съдържа резултати от проведена лазерна термична обработка на нисколегирани инструментални стомани с помощта на лазерен технологичен комплекс „Хебър-1”. Получени са резултати, които показват, че с тази обработка може да се получи повърхността твърдост до 10000 МПа, при дълбочина на закаления слой до 0,6мм. По този начин могат да се обработват инструменти с праволинейна форма на режещия ръб, както и подобни детайли с призматична форма.

При внедряване на прогресивните технологични процеси на лазерната термична обработка се срещат трудности, които са свързани с избора на необходимото оборудване, определяне на оптималните режими на обработка и др. Наред с обективните фактори (недостатъчна надеждност на оборудването, високата му стойност, в някои случаи и сложността на експлоатация) широкото внедряване на лазерните технологии в производството се задържа в значителна степен от отсъствието на пълна и концентрирана информация за възможностите на технологичните процеси. Отсъствуват конкретни препоръки за управлението на процесите, което не позволява на технолозите правилно да оценяват възможностите на лазерната обработка. Казаното се отнася и за технологичната лазерна уредба „Хебър - 1”.

Целта на работата е да се установи зависимостта на някои от параметрите на закалената зона (максимална дълбочина на закаляване, максимална повърхностна твърдост, разпределение на твърдостта в дълбочина) на стомани 8ХФ, Шх15, ХВГ от режима на облъчване при работа с технологичен комплекс „Хебър - 1”.

Досегашните изследвания показват, че след лазерна термична обработка стомани от класа нисколегирани като ХВГ, 9ХС и други имат твърдост на повърхността 10000 МПа, което е основа за очакване на повишени експлоатационни показатели. Това от своя страна може да доведе до замяна на

редица високолегирани стомани със стомани от посочения клас при изработване на нетежко натоварени в топлинно отношение инструменти.

Методика на обработване и изследване.

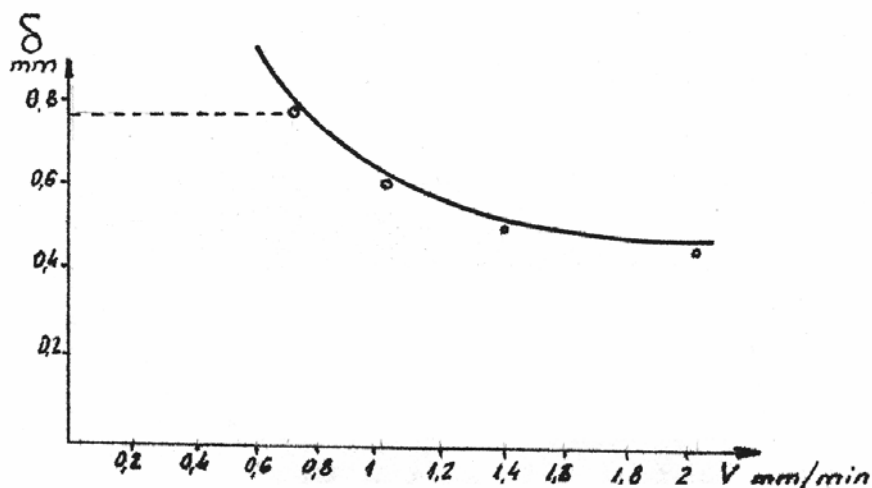
На лазерно закаляване са подложени образци с призматична форма от стомани 8ХФ, Шх15, ХВГ. Използувана е максималната мощност на уредбата – 900 W. Скоростта на движение на лазерната глава е в диапазона 720-2000 mm/min. За увеличаване на поглъщателната способност образците са предварително фосфатирани, а за защита от окисляване по време на облъчване се използва технологичен газ – аргон. Режимите на обработване са подбрани така, че да не се получава ефект на стопяване и повреждане на повърхността на стоманите.

След лазерното закаляване е проведено металографско изследване на закалената зона и е определена микротвърдостта на повърхността и в дълбочина. Структурните изменения са установени чрез напречни шлифове при увеличение от 100 до 500. Микротвърдостта е измерена на уред ПТМ – 3 при натоварване 1 N.

Резултати.

1. Дълбочина на закалената зона.

Дълбочината на закаляване е много важен показател за възможностите на съответната уредба за термична обработка. Ето защо изследванията на комплекса „Хебър - 1” започнаха с този показател. Не са проведени изследвания с мощности под 900 W поради известните изисквания за дълбочина на закаляване на инструменти, която е над 0,5 mm. В нашия случай чрез изменение на скоростта на движение на лазерната глава може да се регулира в известна степен дълбочината на закаляване. Получената зависимост е показана на фиг.1. При използваните скорости на лазерната глава дълбочината варира от 0,47 до 0,66 mm.

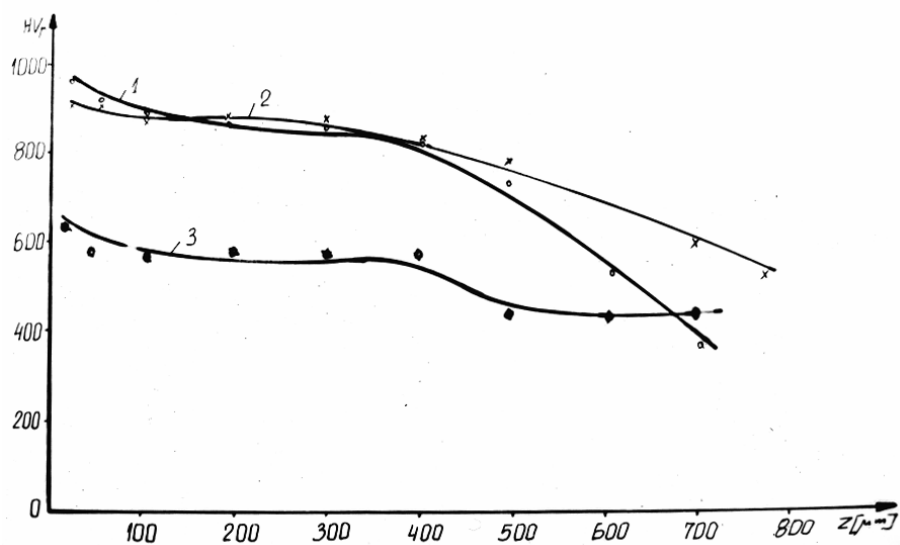


Фиг.1.

2. Разпределение на твърдостта в дълбочина на закалената зона.

От съществена важност за експлоатационните показатели на инструментите е разпределението на твърдостта в дълбочина, тъй като от това зависи възможния брой презаточвания. Този показател е изследван на стомана

8ХФ, като една от основните стомани за дървообработващи инструменти. Подходът е същия като в т.1. На фиг.2 е дадено изменението на твърдостта в дълбочина след закаляване по различни режими – 1-700 mm/min; 2-1000 mm/min; 3-2000 mm/min.

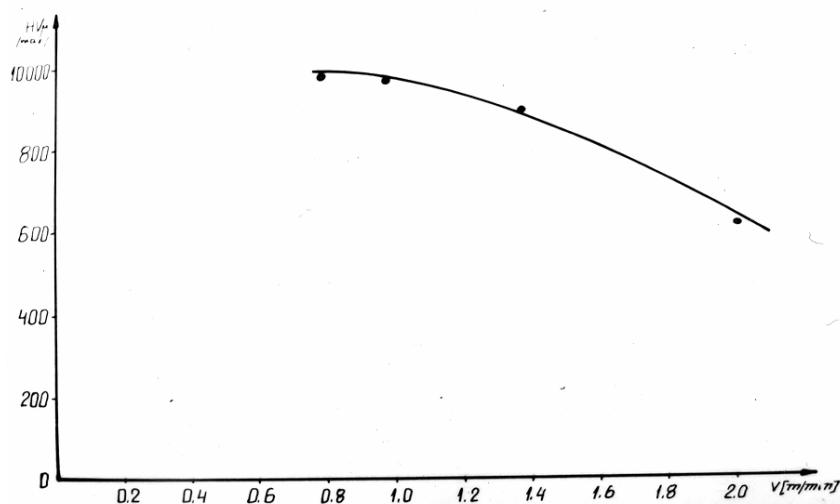


Фиг.2.

Резултатите показват, че при режим 1 и 2 се получават близки стойности на твърдостта до дълбочина 0,4 mm. Това е важно от гледна точка на технологията, защото показва сравнително широк диапазон от скорости за получаване на максимални резултати.

3. Максимална повърхностна твърдост.

За инструменти и детайли, които работят в условията на износване при триене от съществена важност е повърхностната твърдост. Тя зависи от съотношението между мощността на лазерния източник, фокусното разстояние и скоростта на главата. Тези фактори определят температурата на повърхността, от която зависи твърдостта след закаляване. При неправилно избирани параметри може да се получи стопяване на повърхността, при нагряване под A_{c1} (без ефект на уякчаване), между A_{c1} и A_{c3} (а частен ефект). Изследването е проведено на стомана 8ХФ. Резултатите са дадени на фиг.3. Микротвърдостта варира от 9789 до 6090 МПа. При скорости на главата, по-ниски от 700 mm/min се наблюдава стопяване на повърхността.



Фиг.3.

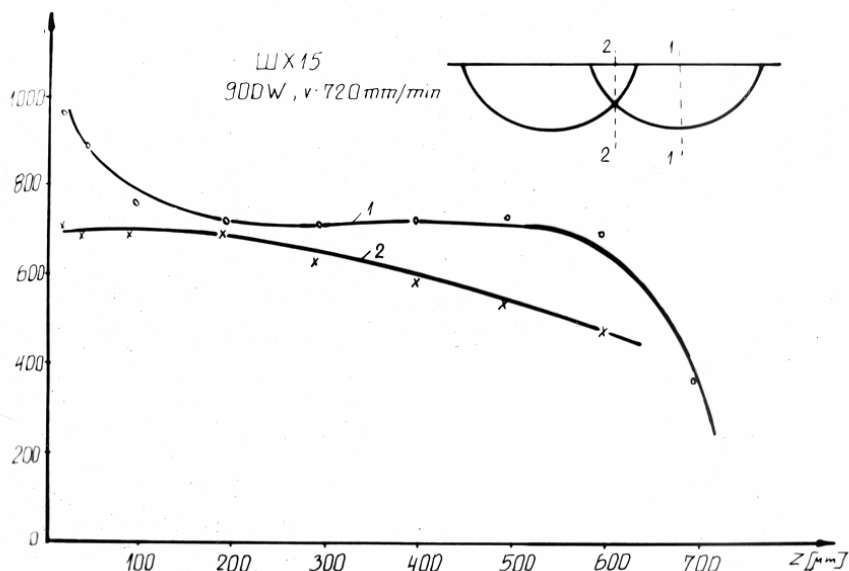
4. Ширина на закалената зона.

Ширината на закалената зона пряко зависи от конструктивните особености на лазерната уредба, в частност: мощността на лазерния източник, фокусировката на лъча, наличието на допълнителни устройства към лазерната глава за сканиране на лъча и т.н. Освен това зависи дали уредбата е тясно специализирана или има по-универсален характер. Както е известно има съществени различия между процесите на рязане, заваряване и термообработване на металите. В съответствие с избраната концепция и възможностите за уредбата за реализиране на посочените видове дейност са различни. Технологичната уредба „Хебър-1” е главно насочена към областта на рязане на металите. Освен това малката мощност /до 1 kW/ не позволява разширяване на лъча за да се обхване по-голяма площ на обработване. Проведените от нас експерименти показват, че при максимална мощност 900W се получава ширина на обработване 2,1 до 2,8 mm в зависимост от условията на фокусиране. За редица детайли това е явно недостатъчно, поради което налага да се преминава многократно за да се обработи цялата повърхност. Следва да се решава въпросът дали да се остави необработвана зона между отделните пътеки или да се прави припокриване. Във втория случай следва да се вземе под внимание изменението на структурата в зоната на припокриване. За разширяване ширината на обработване трябва да се прилага напречно сканиране. Но тази тенденция засега е реализирана само от някои от водещите фирми – производители на лазерно оборудване – „Авко-еверт”-САЩ и др. Освен това при разработване на технологична апаратура за някои големи потребители фирмата – изготвитель специално отчита особеностите на детайлите и създава специални приспособления.

5. Разпределение на твърдостта в зоната на припокриване.

Изменението на твърдостта в зоната на припокриване зависи от няколко фактора, от които основен е коефициентът на припокриване. Очевидно с неговото увеличаване нараства и ширината на повлияната зона. Този въпрос следва да се решава конкретно за всеки вид детайл или инструмент. На фиг. 4 е дадено изменението на микротвърдостта на стомана ШХ15 при коефициент на

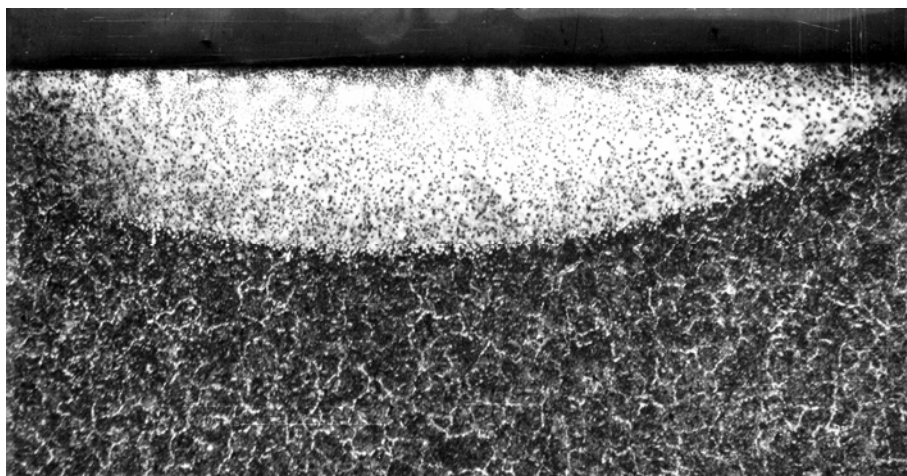
припокриване 0,2. Резултатът показва, че твърдостта на зоната на второ закаляване е съизмерима с тази от първото. Намаляването ѝ във втората / долната/ част се дължи на ниската температура на нагряване и полученото по този начин отвързване на структурата от първото закаляване. Ако инструментите се обработват чрез многократно преминаване на лъча, то следва да се използва коефициент на припокриване, не по-голям от 0,2.



Фиг. 4

6. Деформация на стомани след лазерно термично обработване.

Едно от важните предимства на лазерната термична обработка е получаването на минимална деформация на детайлите. За получаване на конкретни доказателства е проведено обработване на реален детайл – направляваща за металорежеща машина от стомана ХВГ. Режимът на обработване е избран въз основа на изследванията на предишните стомани – 8ХФ и ШХ15. На фиг. 5 и 6 е дадена микроструктурата на детайла в напречен шлиф след лазерно закаляване.



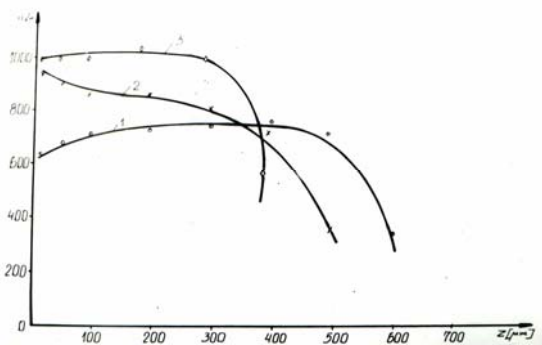
Фиг. 5



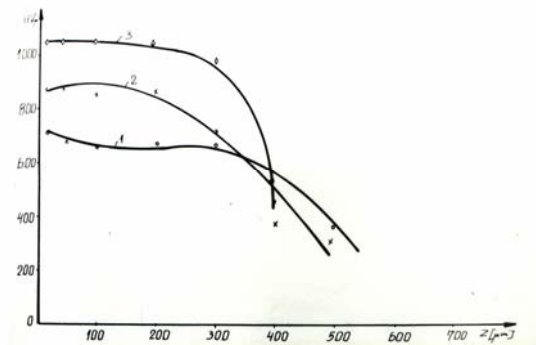
Фиг.6

В резултат на спецификата на лазерното нагряване, зоната на термично въздействие има слоест строеж. Външният / повърхностен/ слой се нагрява до температура, която значително надвишава нормалната. Този слой се отличава с

голяма нееднородност по дълбочина – близо до повърхността е мартензит и остатъчен аустенит, получен при охлаждане от областта на силно прегряване на аустенита. В близост до изходния метал структурата съдържа освен посочените фази и неразтворен цементит поради по-ниската температура на аустенитизация. След лазерно закаляване в структурата на слоя се съдържа значително количество остатъчен аустенит. По данни на рентгеноструктурния анализ то е около 50%. Фактът се потвърждава и от стойността на твърдостта. За намаляването му е приложено обработване със студ чрез охлаждане в среда от течен азот. Използувани са две продължителности – 10 min и 1h. Изменението на микротвърдостта преди и след това обработване е дадено на фиг.7 и 8.



Фиг.7



Фиг.8

В резултат на обработването микротвърдостта се повишава до стойност 10000 – 11000 МПа. Повторният рентгеноструктурен анализ показва, че дори след обработване със студ в продължение на 1h се наблюдава остатъчен аустенит. Но получената висока твърдост е достатъчна за гарантиране на добра износоустойчивост.

След окончателно обработване е измерена деформацията на направляващата. При дължина на обработване 300 mm е установено провисване на централната част спрямо краищата с 0,04 mm. След шлифование на посочената дълбочина линейността е възстановена. Поради това може да се приеме, че лазерното закаляване на детайли от вида на направляващи е подходящо и трябва да се препоръча за експериментирание в производствени условия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведените изследвания на структурата и микротвърдостта на някои нисколегирани инструментални стомани след лазерно закаляване с помощта на технологичната уредба „Хебър-1” показват, че посочения вид уредба може да се използва за термична обработка на инструменти, които имат праволинейни режещи ръбове. В резултат на обработването се постига твърдост, по-висока от тази при обикновените начини на закаляване. Дълбочината на закалената зона е приемлива за детайли, от които не се изисква дълбочина, по-голяма от 0,5 mm. Деформацията след обработване е минимална и лесно се възстановява линейността на режещия ръб. Като най-подходящи за обработване по този начин инструменти могат да се посочат ножове на абрихт и други дървообработващи инструменти. Обработването може да се приложи и върху детайли с призматична форма, в частност направляващи от металорежещи и други машини.

ЛИТЕРАТУРА

- [1.] Коваленко В.С., Котлярова В. П., Дятла В.П. и др., Справочник по технологии лазерной обработки, Киев, Техника, 1985.
- [2.] Кремиев Л. С., Холоднов Е. В., Владимирова О. В., Выбор сталей, подвергаемых лазерному упрочнению, МиТОМ, №9, 1987.

LASER THERMAL TREATMENT OF INSTRUMENTAL STEELS

Nikolay Kemilev

Higher Transport school "T. Kableskov"
Bulgaria, Geo Milev str. 158

Keywords: *laser hardening, steels for producing tools.*

Abstract: *The paper presents the results of the study on the structure and micro-stiffness of low-alloyed steels for producing tools after laser hardening. The stiffness obtained is higher than the one obtained after the ordinary hardening. The depth of the layer hardened is 0.5 mm and the deformation is minimal. The data have shown that the laser hardening is appropriate for implementation in manufacturing industry.*