

Харьков, 1958. 6. Северденко В.П., Резников Ю.Н. Влияние ультразвуковых колебаний различной направленности на процесс влочки металлов. — В кн.: Пластичность и обработка металлов давлением. Минск, 1966.

УДК 621.785.019

Ф.Г. Ловшенко, канд. техн. наук,  
В.Г. Высоцкий

## ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПЕЧЕННЫХ СТАЛЕЙ

Целью данной работы явилось исследование влияния отпуска на механические свойства сталей, полученных методом порошковой металлургии с последующей цементацией и закалкой.

Исследование проведено на железе и сплаве системы "железо-молибден-сера", полученными путем прессования порошков ПЖ2М2 и дисульфида молибдена. Содержание молибдена в сплаве составляло 0,7%, серы — 0,46%. Плотность материалов равнялась 80 и 90%. Цементация проводилась при 1000°С в течение 6 ч в бондюжском карбюризаторе при соотношении свежего и отработанного — 1:3, причем спекание совмещалось с науглераживанием. Температура нагрева под закалку составляла 800°С; в качестве охлаждающей среды для железа являлась вода, для сплава — масло. Влияние температуры отпуска на механические свойства представлено в табл. 1. Продолжительность отпуска 2 ч.

Характерной особенностью термической обработки пористых сталей является то, что непосредственно после закалки они имеют прочность значительно ниже исходной, полученной после цементации. С увеличением отпуска прочность резко повышается, достигая своего максимума при 300°С. При этом по сравнению с исходной она увеличивается примерно в 2,0 раза, а с прочностью после закалки — в 3,0 раза.

Существование максимума прочности при 300°С можно объяснить действием по меньшей мере двух причин. С одной стороны, фазовые превращения, протекающие при отпуске, должны приводить к снижению прочности, которое становится особенно заметным выше 250–300°С. С другой стороны, снятие термических напряжений, а также напряжений, вызванных фазовым превращением аустенита в мартенсит, приводит к некото-

Таблица 1. Влияние температуры отпуска на свойства спеченных сталей плотностью 80%

Температура отпуска, °C	Механические свойства					
	железа			сплава		
	$\sigma_B$ , кг/мм <sup>2</sup>	$a_H$ , кгм/см <sup>2</sup>	HRC	$\sigma_B$ , кг/мм <sup>2</sup>	$a_H$ , кгм/см <sup>2</sup>	HRC
0	16,3	0,26	42	15,2	0,20	43
150	28,8	0,30	38	29,8	0,23	36
200	41,0	0,40	32	34,0	0,33	34
250	44,0	0,50	24	37,0	0,36	29
300	46,0	0,45	18	39,5	0,27	25
400	36,9	0,56	11	29,7	0,35	20
600	24,9	0,56	2	24,4	0,40	3
без термической обработки	24,0	0,58	-	23,8	0,42	-

рому увеличению пластичности материала, что снижает его чувствительность к наличию концентраторов напряжений и косвенно оказывает положительное влияние на прочность. При отпуске до 300°C большее влияние имеет второй фактор, выше 300°C – первый. Как и следовало ожидать, механические характеристики, нечувствительные к наличию концентраторов напряжений (предел прочности на сжатие и твердость) с увеличением температуры отпуска монотонно уменьшаются. Влияние отпуска до 500°C на ударную вязкость спеченных сталей примерно такое же, как и для компактных. В случае спеченных сталей при температурах, примерно равных 300°C имеет место наличие отпускной хрупкости первого рода. Однако относительное снижение ударной вязкости по сравнению с таковым у компактных сталей значительно ниже и с практической точки зрения им можно пренебречь. Зависимость механических свойств цементованного и закаленного сплава системы "железо-молибден-сера" от температуры отпуска подобна описанной выше для железа. Таким образом проведенное исследование по влиянию отпуска на механические свойства спеченных сталей позволяет сделать однозначный вывод о необходимости и важности этого вида термической обработки. Отпуск следует рас-

смагивать как один из эффективных методов повышения надежности изделий из спеченных сталей, причем значение его в этом случае значительно выше, чем для компактных сталей. Оптимальная температура отпуска  $200-300^{\circ}\text{C}$ . Отпуск можно не проводить только в том случае, когда единственным требованием, предъявляемым к изделию, является высокая твердость.

УДК 621.785:669.15

В.М. Пикуро, канд. техн. наук,  
Ю.С. Ольшевский

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ СКОРОСТНОГО НАГРЕВА И ГЛУБОКОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СТОЙКОСТИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Целью настоящей работы является исследование структурных превращений и возможностей упрочнения стали Р6М5 под действием кратковременного светового импульса лазера. Лазерная обработка экспериментальных образцов из стали Р6М5 и готового инструмента (сверла  $\phi 5,0$ ) проводилась импульсами в  $1,8 \times 10^{-8}$  с с энергией  $5 \dots 7$  Дж.

Измерения показали, что диаметр единичных упрочненных зон составляет 1–2 мм. Образование кратера не наблюдается, хотя зона воздействия луча имеет характерный рельеф с высотой отдельных микронеровностей 10–15 мкм. Металлографический анализ показал, что глубина зоны измененной структуры составляет 0,7–0,9 мм. Непосредственно у облученной поверхности расположен слаботравящийся слой толщиной 300–400 мкм с микротвердостью 900–1200 кгс/мм<sup>2</sup>. Он имеет мартенсито-аустенитную структуру с заметно меньшим, чем в матрице стали содержанием карбидной фазы. Под первым слоем расположен второй, структура которого весьма неоднородна по глубине. Наряду с крупными равноосными зернами, соответствующими троостомартенситовой структуре, отмечаются участки аустенита, причем главным образом в верхней части слоя.

В результате произведенных испытаний партии упрочненных сверл ( $\phi 5,0$ ) установлены некоторые особенности их износа. Практически не отмечается элементов выкрашивания режущего лезвия, а микрорезание и пластическая деформация проявляется в значительно меньшей степени, чем на серийном инструменте.

Благоприятное изменение характера износа режущего инструмента наблюдается и в случае применения криогенной об-