

УДК 621.9.02

С.Е.Бельский, доц., канд.техн.наук  
(БГТУ, г.Минск);  
В.Б.Левитан, инж.  
(ОАО «Сталекс»)

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР- НО-ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОВЕРХНОСТНОГО УП- РОЧНЕНИЯ СТАЛИ 45Х3В3МФС**

При производстве инструментальной оснастки широко используются быстрорежущие стали, которые отличаются высокой твердостью, прочностью и особенно теплостойкостью. Однако, в условиях ударных нагрузок отмечаются случаи поломки штампов изготовленных из таких сталей. Весьма перспективным является применение процесса поверхностного упрочнения, позволяющего широко использовать сталь 45Х3В3МФС вместо стали Р6М5.

Понижение твердости в связи с уменьшением содержания углерода, а также вольфрама и молибдена в этой стали компенсируется за счет диффузии в поверхностные слои углерода. При этом сохраняется относительно вязкая сердцевина.

Для обеспечения необходимой твердости, а также износостойкости поверхностного слоя штампов проводилась газовая цементация стали 45Х3В3МФС в среде природного газа при температуре 950 °С и выдержке от 10 до 20 часов.

Металлографический анализ показал, что цементованный слой стали 45Х3В3МФС состоит из трех зон. Первая зона представляет собой темнотравящуюся троститную основу с включениями карбидов. Глубже расположена светлотравящаяся аустенитно-мартенситная зона с меньшим по сравнению с поверхностным слоем количеством карбидной фазы. Третий слой – переходной к структуре сердцевины стали – сорбито-мартенситный.

Для изучения свойств диффузионного слоя проводилось измерение микротвердости по его глубине. При проведении отпусков микротвердость поверхностного слоя на стали 45Х3В3МФС значительно возрастает. Некоторое снижение твердости по глубине 0,3-0,7 мм от поверхности после закалки и первого отпуска объясняется образованием и последующим распадом остаточного аустенита, количество которого в этой области велико вследствие высокого содержания углерода.

Окончательная термообработка снижает величину карбидной фазы по всей глубине диффузионного слоя. В результате рентгеноструктурного анализа установлено наличие как в сердцевине так и по-

верхностном слое карбидов типа  $M_6C$  и  $MC$ , характерных и для быстрорежущих сталей.

Для интенсификации процесса насыщения, а также повышения микротвердости поверхностного слоя перед цементацией проводилось азотированием при  $560\text{ }^{\circ}C$  и времени выдержки 8 часов в среде аммиака. Анализ толщины упрочненных слоев показал, что предварительное азотирование, несколько интенсифицирует процесс цементации.

С увеличением выдержки свыше 10 часов интенсивность диффузии снижается. В процессе азотирования формируются слои со структурой  $\alpha$ -фазы и нитридов.

Образцы прошедшие предварительное азотирование при  $560\text{ }^{\circ}C$  в течение 10 часов в среде аммиака затем подвергались газовой цементации. Изучено влияние продолжительности цементации с предшествующим азотированием на толщину упрочненного слоя и зоны залегания карбидов. Можно сделать вывод, что предшествующее азотирование несколько интенсифицирует процесс цементации. Результаты исследования толщины слоев подтверждают анализ микротвердости, выполненный нами ранее.

Проведенные испытания на износ показали, что наименьшие потери массы испытываемых образцов отмечаются при температуре цементации  $950^{\circ}C$  и выдержке 12 часов. С возрастанием времени процесса (до 20 часов) насыщения сопротивление изнашиванию незначительно (на 5-10 %) снижается очевидно вследствие коагуляции карбидной фазы и повышения микрохрупкости поверхностного слоя.

Проведены усталостные испытания образцов из стали 45ХЗВЗМФС, прошедших цементацию. Испытания проводились в условиях знакопеременного изгиба при частоте нагружения 18 кГц. Результаты испытаний показывают достаточно высокие характеристики усталости, как при комнатных, так и при повышенных температурах, что создает предпосылки использования такой стали для изготовления штампов.