

## Термическое упрочнение шлицевых валов с получением наноразмерных элементов структуры

Андрушевич А. А., Одерий И. В.

Белорусский государственный аграрный технический университет

Применяемые материалы и технологии упрочнения стальных деталей достигли своего предела в получении требуемой конструкционной прочности и износостойкости, и требуют дальнейшего совершенствования путём формирования в них объёмного микро- и наноструктурного состояний. Эффективное формирование субмелкодисперсных структур в стальных деталях сельскохозяйственной техники может быть достигнуто также в результате прогрессивной термической обработки.

Термическая обработка шлицевых валов диаметром 30мм из стали 40X, выполнялась на экспериментальной установке ТВЧ с различной интенсивностью охлаждения. Валы для повышения усталостной прочности предварительно подвергали улучшению: закалке с температуры  $850 \pm 5^{\circ}\text{C}$  в масло и высокому отпуску при температуре  $550 - 560^{\circ}\text{C}$ . Время аустенизации составляло 15 минут. Последующее упрочнение шлицов осуществлялось поверхностной индукционной закалкой (температура нагрева  $880-900^{\circ}\text{C}$ ) на толщину закаленного слоя 1,5-2мм при охлаждении интенсивным водяным душированием, при степени переохлаждения порядка  $600-650^{\circ}\text{C}$ . Температура воды находилась в пределах  $10 \pm 3^{\circ}\text{C}$ , время охлаждения – в интервале 2-5с в зависимости от толщины изделия. Низкотемпературный отпуск валов проводился при  $180 - 200^{\circ}\text{C}$ . Поверхностная твердость упрочненного слоя составила 56-58 HRC, а сердцевина имела твердость 36-38 HRC.

Микроструктура улучшенной стали 40X, состояла из сорбита и отдельных включений троостита. Структура в зоне шлица после поверхностной закалки и низкого отпуска представляла отпущенный мартенсит различной степени дисперсности в зависимости от режимов охлаждения при поверхностной закалке. Такая микроструктура характерна для мартенсита реечного типа со средним поперечным размером реек 250–350 нм. Определено, что мартенситные иглы частично фрагментированы, размер фрагментов находится в диапазоне 20–150 нм, их средний размер составляет 40–50 нм.

Выявлены предпосылки для определения влияния размеров игл мартенсита в наноразмерном диапазоне на механические характеристики конструкционных сталей, обеспечивающих оптимальное соотношение прочностных и эксплуатационных свойств шлицевых валов.