

УДК 620.178.169

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКОНОМНО-ЛЕГИРОВАННОЙ КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ 35ХГСА ДЛЯ ЗАМЕНЫ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ТРЕНИЯ

Е. П. ПОЗДНЯКОВ, И. Н. СТЕПАНКИН

Учреждение образования

«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. П. О. Сухого»

Гомель, Беларусь

Применение высоколегированных сталей для изготовления ответственных деталей диктуется повышенными требованиями к износостойчивости, прочности и усталостной долговечности материалов. Во многих случаях заведомо завышенные эксплуатационные характеристики отдельных деталей, изготовленных из дорогостоящих сплавов, не оказывают существенного влияния на работоспособность всего узла по причине несогласованного периода наработки на отказ между отдельными элементами. Существенный запас прочности является невостребованным достоинством отдельной детали, и в условиях запланированного регламентом технического обслуживания всего узла с возможностью своевременной замены изношенных деталей, является фактором, провоцирующим существенный перерасход средств на приобретение дорогостоящих материалов, не производимых в Республике Беларусь.

Объектом исследований являлись диффузионно-упрочненные карбидные и карбонитридные слои конструкционной экономно-легированной стали 35ХГСА. Упрочнению подвергались поверхности трения деталей гидравлических машин. Нагрузки на поверхностях деталей возникают в результате контактного воздействия пяток плунжеров, осуществляющих подачу рабочей жидкости в выходную магистраль гидравлического насоса, с поверхностью опорного диска (рис.1, а). Они достигают 7 МПа.

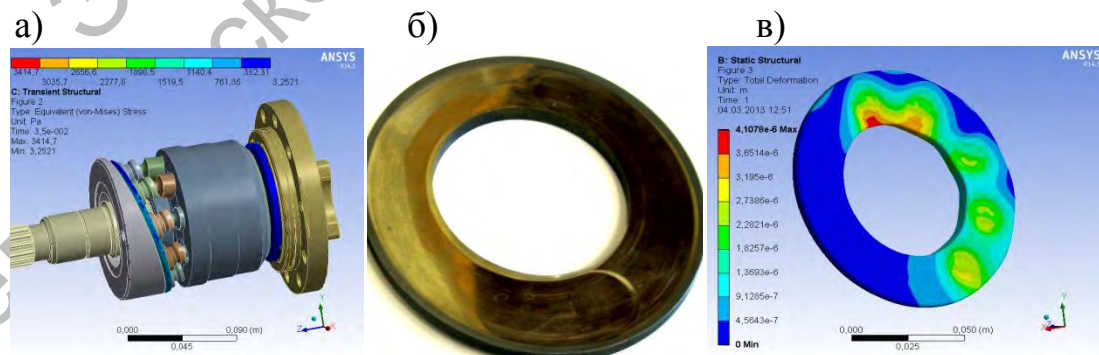


Рис. 1. Компоновка основных деталей гидравлической машины (а); износ контактной поверхности диска (б); распределение суммарных деформаций диска (в)

Контактное трение указанных деталей в процессе штатной работы гидронасоса (рис. 1, а) вызывает локальный износ поверхности опорного диска (рис. 1, б). Он возникает вследствие неравномерного распределения нормальных напряжений и деформаций на поверхности указанной детали. Применение стали Х12М в качестве материала прототипа, для изготовления опорного диска, является традиционным подходом к выбору материала. Однако высокая стоимость указанной стали и сложность ее термообработки диктуют необходимость адекватной замены материала. Производственная апробация была осуществлена с применением стали 35ХГСА, упрочненной посредством науглероживания и нитроцементации.

Результаты исследований. Микроструктура поверхностного слоя стали 35ХГСА после насыщения, закалки и низкого отпуска приведена на рис. 2. Поверхностный слой, сформированный цементацией (рис. 2, а), отличается присутствием угловатых карбидов в мартенсите, в то время как избыточные фазы после нитроцементации отличаются округлой формой и меньшими размерами (рис. 2, б). Глубина распределения частиц после цементации и нитроцементации составляет 0,1мм и 0,15мм соответственно.

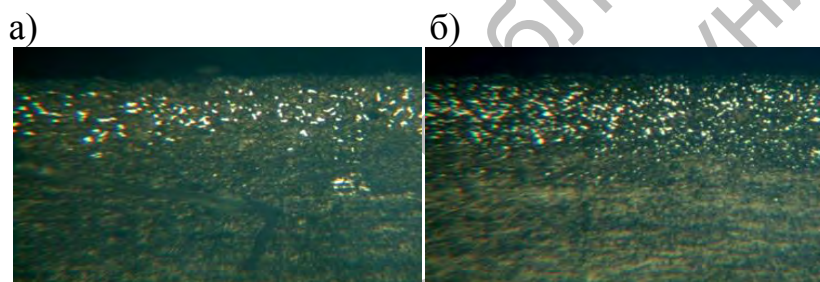


Рис. 2. Микроструктура поверхностного слоя: а – после науглероживания; б – нитроцементации (x100)

Общая глубина упрочненных слоев, полученная после обоих вариантов диффузионного насыщения составила не менее 1,2 мм. Распределение микротвердости показало, что поверхностный слой, образованный в результате нитроцементации имеет твердость несколько более высокую, чем после науглероживания – 7–8 ГПа и 8,6–9,3 ГПа соответственно. Окончательная термическая обработка деталей, заключающаяся в закалке с температуры 860 °С и низком отпуске при температуре 200°С, позволила получить твердость сердцевины 50 HRC. Этого значения оказалось достаточно для получения необходимой жесткости металла, предотвращающей его пластическую деформацию и преждевременное разрушение упрочненного слоя в наиболее нагруженных участках опорного диска. Ресурс работы упрочненных деталей для двух типоразмеров гидравлических машин соответствует наработке на отказ деталей из материала прототипа – стали Х12М. Дополнительным эффектом от упрочнения стали 35ХГСА посредством нитроцементации стало повышение коррозионной стойкости поверхности, что оказало благоприятное влияние на стадию межоперационного складского хранения деталей в обычных условиях.