

ются в современной практике можно разделить на две группы: физико-химические и механические. Этими методами можно получать порошки, у которых будут частицы различной формы: губчатой, округлой сферической и другие. Механический метод получения порошков – это технологический процесс, где исходный материал в результате воздействия внешних сил будут измельчаться без существенного изменения химического состава. Эти методы можно разделить разлом, дробление и распыление расплавленного металла. Распыление расплавленного металла наиболее распространено при получении порошков сферической формы частиц. Существует несколько вариантов этого процесса: грануляция (сливание жидких металлов в форму с предварительным дроблением струи); центробежное распыление (когда струя металла вместе с водой подается под давлением в форсунку и разбивается на быстро вращаемом диске). Грануляция – это простейший способ измельчения расплава в грубозернистый порошок с частицами, у которых размер 0,5...3 мм, в основном применяется для изготовления порошков алюминия, железа, бронзы. А центробежное распыление заключается в том, что струя расплавленного металла льется на быстро вращающийся диск с ножками, который и разбивает струю в порошок. Физико-химические методы – это технологический процесс, при котором получение порошка связано с изменением химического состава сырья из-за физико-химических превращений. Существует несколько методов получения порошков путём восстановления оксидов или солей, имеются и другие способы получения порошков физико-химическими методами, но они не являются промышленными. Следует отметить, что восстановлением различных химических соединений могут быть получены практически все металлы.

УДК 621.785.5:620.178.3

ВЛИЯНИЕ ОСТАТОЧНОГО АУСТЕНИТА НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ НАУГЛЕРОЖЕННЫХ СЛОЕВ КОНСТРУКЦИОННЫХ УЛУЧШАЕМЫХ СТАЛЕЙ 40X И 35ХГСА

Степанкин И.Н., Поздняков Е.П., Астрейко А.В.

*Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого
e-mail: hanter3@tut.by*

***Аннотация.** Выполнена оценка структурообразования, фазового и химического состава науглероженных слоев конструкционных сталей 40X и 35ХГСА, не относящихся к классу цементруемых. Получены зависимости изнашивания при испытании слоев на контактную усталость в условиях воздействия пульсирующих контактных напряжений с амплитудой 1300 ± 65 МПа.*

***Abstract.** The assessment of structure formation, phase and chemical composition of carburized layers of structural steels 41Cr4 and 35CrMnSi4, not related to the class of cemented, is carried out. The dependences of wear were obtained when the layers were tested for contact fatigue under the influence of pulsating contact stresses with an amplitude of 1300 ± 65 MPa.*

Высоким сопротивлением изнашиванию в условиях воздействия на поверхностный слой штамповой оснастки пульсирующих контактных напряжений обладают инструментальные стали, которые легированы большим количеством сильных карбидообразующих элементов, таких как Cr, W, V, Mo и др. В условиях современного улучшения экономики Республики Беларусь обозначено импортозамещение материальных ресурсов.

В некоторых случаях при изготовлении отдельных позиций холодновысадочного инструмента можно применять отечественные стали конструкционного назначения 35ХГСА и 40X [1], в которых количество дорогостоящих карбидообразующих элементов минимально, что значительно снижает их стоимость относительно инструменталь-

ных сплавов. Управляя структурой, фазовым и химическим составом конструкционных сталей можно достичь высоких значений механических и эксплуатационных свойств. К наиболее сильным факторам, влияющим на износостойкость сплавов, можно отнести повышение концентрации углерода посредством проведения цементации и количество остаточного аустенита после окончательной термической обработки. На объемную долю последнего самое сильное влияние оказывает криогенная обработка, проводимая в жидком азоте. И регулируя количество γ -фазы в науглероженных термодиффузионных слоях конструкционных сталей можно добиться наилучших показателей их износостойкости в условиях воздействия пульсирующих контактных напряжений, соответствующих эксплуатационным условиям работы мелкогабаритных холодновысадочных пуансонов.

Проведение цементации при 920°C в течение 8 или 12 часов, последующей закалки с 860°C в масле и низкотемпературного отпуска, а также дополнительного проведения обработки холодом способствует получению различного количества остаточного аустенита в металлической матрице поверхностных слоев сталей 35ХГСА и 40Х (таблица 1).

В слоях стали 40Х его количество больше чем в аналогичных слоях, сформированных в стали 35ХГСА. Данная зависимость отмечена в нитроцементованных слоях по отношению к науглероженным. Охлаждение термодиффузионных слоев ниже температуры конца мартенситного превращения поспособствовало снижению γ -фазы во всех слоях.

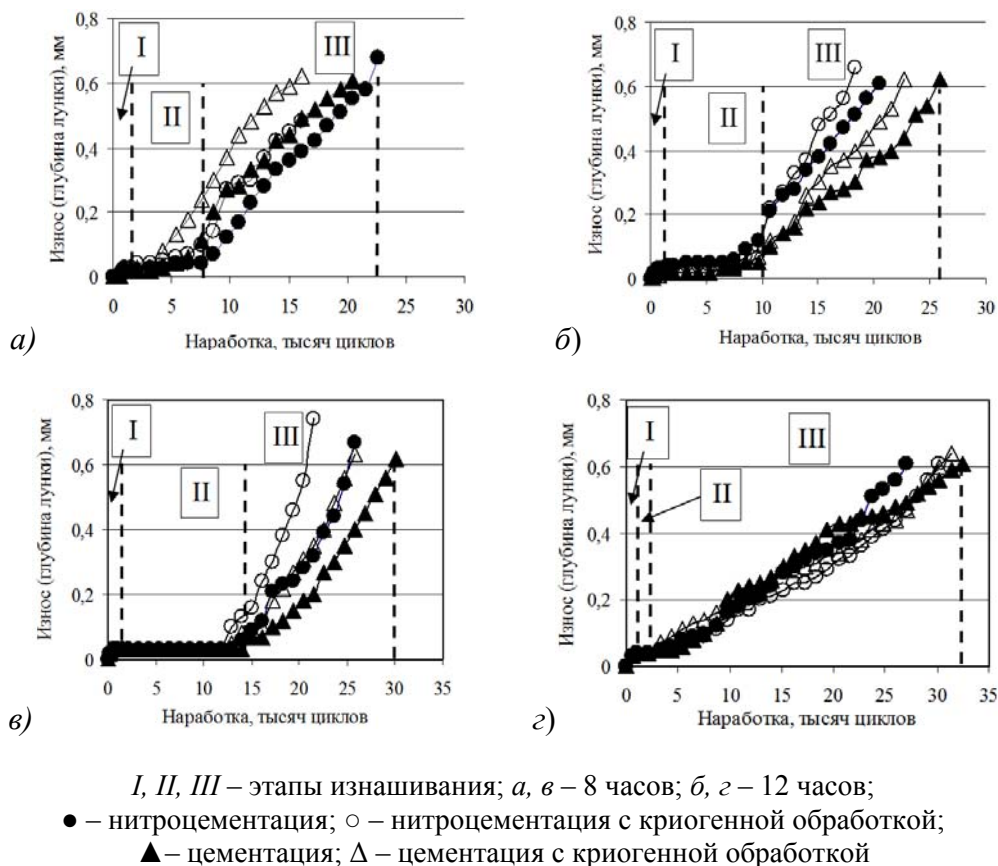
Таблица 1 – Количество остаточного аустенита на поверхности термодиффузионно-упрочненных слоев сталей 35ХГСА и 40Х, %

Технология упрочнения	Длительность ХТО, часов	Сталь 35ХГСА		Сталь 40Х	
		Без криогенной обработки	С криогенной обработкой	Без криогенной обработки	С криогенной обработкой
Нитроцементация, закалка, Н.О.	8	10±2,5	8±2,5	23±2,5	10±2,5
	12	13±2,5	11±2,5	25±2,5	13±2,5
Цементация, закалка, Н.О.	8	7±2,5	6±2,5	17±2,5	10±2,5
	12	10±2,5	8±2,5	18±2,5	8±2,5

При испытании указанных слоев на износостойкость при пульсирующем контактом напряжении 1300±65 МПа получены зависимости изнашивания от числа циклов нагружения (рисунок 1).

На полученных зависимостях можно отметить 3 характерных этапа изнашивания. На первом этапе контактирующие поверхности образцов и контртела прирабатываются. Его длительность не превысила 1000 циклов нагружения. Определено, что наибольшей износоустойчивостью на этапе минимального изнашивания обладает науглероженный слой стали 35ХГСА после 12-ти часового насыщения, в котором количество γ -фазы составляет 10%. при испытаниях установлено, что для стали 40Х максимальной износостойкостью обладает также науглероженный слой, но при меньшей длительности насыщения – 8 часов. После окончательной термической обработки количество остаточного аустенита в нем достигло 17%. Период высокой износостойкости для данных сталей составил 10 тысяч и 14 тысяч циклов соответственно. Необходимо также добавить, что в данных слоях присутствуют карбиды, количество которых находится в промежутке 10...15%. При увеличении длительности ХТО до 12-ти часов на зависимостях изнашивания стали 40Х период минимального износа практически отсутствует. Это связано с повышенным содержанием остаточного аустенита, а также высоким количеством карбидной фазы в цементованных слоях. Но износ на этапе катастрофического изнашивания близок к линейной зависимости, т.е. получается регистрируемый износ, что особенно актуально для упрочнения инструментов, имеющих достаточно большие допуски на размеры при изготовлении отдельных элементов гра-

воры. Изнашивание всех исследованных слоев сопровождается выкрашиванием и отслаиванием небольших объемов деформированного сплава.



I, II, III – этапы изнашивания; *а, в* – 8 часов; *б, г* – 12 часов;
 ● – нитроцементация; ○ – нитроцементация с криогенной обработкой;
 ▲ – цементация; △ – цементация с криогенной обработкой

Рисунок 1 – Зависимости изнашивания термодиффузионно-упрочненных слоев конструкционных сталей 35ХГСА (*а, б*) и 40Х (*в, г*) при амплитуде контактных напряжений 1300 ± 65 МПа

Опытно-промышленная апробация, проведенная на ОАО «ГЗЛиН» показала, что стойкость пуансонов для формирования крестообразного шлица в головке шурупа и маркировочных пуансонов, изготовленных из сталей 40Х и 35ХГСА с термодиффузионно-упрочненной поверхностью, возрасла в 2,7...3,2 раза по сравнению с пуансонами, традиционно производимыми из импортной дорогостоящей инструментальной стали Х12М.

Список использованных источников

1. Степанкин И.Н. К вопросу изготовления мелкоразмерного штампового инструмента из экономнолегированных сталей с диффузионным упрочнением поверхностного слоя / И.Н. Степанкин, Е.П. Поздняков // Кузнечно-штамповоч. пр-во. – 2015. – № 9. – С. 25-32.