

который соответствует температуре 500 °С, а абразивная износостойкость ($\epsilon_a = 2,2$) – температурам 500 и 600 °С. Повышенная износостойкость объясняется протеканием $\gamma_{ост} \rightarrow \alpha'$ ДМПИ в тонком поверхностном слое под деформирующим воздействием контр-тела и абразивных частиц, что сопровождается эффектами самоупрочнения вследствие образования мартенсита деформации, релаксации микронапряжений и поглощения механической энергии внешнего воздействия.

Чейлях А.П., Чейлях Я.А., Зуб Е.А.

(ГВУЗ «ПГТУ», г. Мариуполь)

**ВЛИЯНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ТЦО НА СТРУКТУРУ,
МЕТАСТАБИЛЬНОСТЬ АУСТЕНИТА И СВОЙСТВА
ЦЕМЕНТОВАННОЙ СТАЛИ 20X14Г7**

E-mail: aleksandr.cheylyakh@gmail.com

Проблема повышения износостойкости многих видов деталей машин, оборудования и инструмента остается весьма актуальной. Наиболее перспективным научным направлением в ее решении является использование метастабильных состояний разных модификаций аустенитных фаз с реализацией деформационного мартенситного $\gamma_{ост} \rightarrow \alpha'$ превращения при изнашивании (ДМПИ) непосредственно в ходе испытаний износостойкости и эксплуатации. Формирование таких состояний целесообразно проведением химико-термической и рациональных приемов последующей термической обработки.

Целью настоящей работы является повышение износостойкости стали 20X14Г7 аустенитно-мартенситного класса посредством цементации и последующей низкотемпературной термоциклической обработки (НТЦО).

Образцы стали 20X14Г7 размером 10x10x55 мм подвергались цементации в твердом (Березовском) карбюризаторе при температуре 970 °С в течение 17 часов, охлаждение вместе с печью, высокотемпературной закалки с 1120 °С в масло. НТЦО проводили в интервале температур 600 °С ↔ 20 °С с нагревом в нагретой до 600 °С электропечи, выдержка 20 мин, охлаждением на воздухе до ~ 20 °С (20...25 мин) с количеством циклов 2, 5, 8 11. Проведены исследования микроструктуры (микроскоп НЕОРНОТ-21); измерения твердости по Роквеллу; микротвердости (микротвердомер МПТ-3); испытания ударной вязкости проводили на маятниковом копре МК-30; испытания износостойкости в условиях сухого трения-скольжения металл по металлу (машина МИ-1М); абразивной износостойкости (схема Бринелля-Хоуорта) в среде кварцевого песка.

После высокотемпературной закалки 1120 °С микроструктура науглероженного слоя глубиной 1,2...1,5 мм состоит преимущественно из аустенита повышенной стабильности. Последующая НТЦО 600 °С ↔ 20 °С дестабилизирует аустенит с различной степенью в зависимости от количества циклов

нагрева – охлаждения за счет выделения из аустенита высокодисперсных частиц карбидов типа $(Cr,Fe)_{23}C_6$, уменьшения содержания углерода и хрома в аустените и, как результат, повышения мартенситных точек (M_H и M_K). Соответственно, после 2 и 5 циклов структура поверхностного слоя становится аустенитно-мартенситной, декорированной частицами карбидов, а после 8 и 11 циклов – количество мартенсита закалки и карбидных частиц больше. Микротвердость поверхностного слоя образцов находится в пределах 270...345 HV, по глубине цементованного слоя она снижается до 160...180 HV.

Ударная вязкость образцов цементованной стали 20X14Г7 с увеличением числа циклов НТЦО от 2 до 11 изменяется от $KCU = 55$ Дж/см² до $KCU = 78$ Дж/см² по кривой с максимумом ($KCU = 160$ Дж/см²), соответствующем 8 циклам. Относительная износостойкость при сухом трении – скольжении изменяется от числа циклов НТЦО по кривой с максимумом ($\varepsilon_T = 4,6$), соответствующем 5 циклам, а после 8 и 11 циклов она снижается до $\varepsilon_T = 1,3 \dots 1,0$. Наибольшие показатели относительной абразивной износостойкости цементованной стали 20X14Г7 достигнуты после 5 и 11 циклов НТЦО, соответственно, $\varepsilon_a = 3,25$ и $\varepsilon_a = 3,0$. Различия в параметрах НТЦО, соответствующих наибольшим показателям износостойкости для разных условий испытаний на изнашивание объясняются разницей схем напряженно-деформационных состояний и, соответственно, различием развития и объема реализации $\gamma_{ост} \rightarrow \alpha'$ ДМПИ в тонком поверхностном слое.

Повышенная износостойкость образцов стали 20X14Г7 объясняется оптимальными фазово-структурным состоянием и развитием $\gamma_{ост} \rightarrow \alpha'$ ДМПИ под деформирующим действием контр-тела (для условий сухого трения-скольжения) и абразивного. Это вызывает эффекты самоупрочнения, поглощения подводимой механической энергии и релаксации напряжений, синергизма всех фазово-структурных и кинетических факторов, что способствует самоадаптации материала к условиям испытаний и, очевидно, к соответствующим условиям эксплуатации реальных деталей машин.

Чейлях А.П.¹, Чейлях Я.А.¹, Були С.А.², Звонарева М.И.², Нофенко О.В.²
(¹ГВУЗ «ЛГТУ»; ²ООО «МАГМА», г. Мариуполь)

**ВЛИЯНИЕ ЗАКАЛКИ С НАГРЕВОМ ТВЧ НА СТРУКТУРУ,
МЕТАСТАБИЛЬНОСТЬ ОСТАТОЧНОГО АУСТЕНИТА И
СВОЙСТВА ЦЕМЕНТОВАННОЙ СТАЛИ 25ХГТ**

E-mail: aleksandr.cheylyakh@gmail.com

Работа посвящена решению актуальной задачи – совершенствованию технологии термической обработки с целью повышения износостойкости цементуемых сталей.

Образцы стали 25ХГТ размером 10x10x55 мм подвергали газовой цементации (смеси метана (5...10%) и эндогаза (90...95%)) в технологическом комплексе "Uttis" при температуре 940 °С в течение 12 часов. Закалка проводилась с нагревом