

Во многих ведущих странах мира: Западной Европы, Америки, России, Японии, Кореи и Китая это хорошо понимают и поэтому развитию 3D-материаловедения уделяют особое внимание. Изучение рынка труда в Украине показало высокий спрос на материаловедов такого уровня уже сейчас, и тем более в ближайшем будущем.

Учитывая все эти мировые и национальные тенденции, назрела необходимость создания магистерских программ, охватывающих компьютерный дизайн материалов и технологий; материалы для 3D-технологий и экспертизу материалов. Эти программы могут быть как автономными, так и комплексными, объединяющими эти три важных направления. Неоспоримым достоинством и преимуществом комплексной программы является объединение новейших научно-технологических и методологических подходов в трех очень важных перспективных направлениях:

- 1) компьютерные технологии для дизайна и выбора существующих и создания совершенно новых материалов (material selection);
- 2) 3D-технологии, выбор и разработка под них самых разных материалов для всего многообразия решаемых задач от проектирования до изготовления широкого спектра современных изделий;
- 3) экспертиза материалов на всем протяжении их жизненного цикла (materials expertise during service life).

Последнее важно для магистров-материаловедов в экспертной оценке в ходе эксплуатации материалов и изделий, аварийных ситуаций и катастроф, доказательной базы в юриспруденции, правовых и юридически-судебных инстанциях и обстоятельствах, причин и последствий их разрушения или обоснованного их применения. Таких специалистов-материаловедов сегодня не готовит ни один ВУЗ страны, а потребности производства в экспертной оценке состава и свойств применяющихся материалов возникают постоянно.

Создание новых магистерских программ открывает широкие, в т. ч. европейские перспективы обучения в бакалавриате по специальности 132 «Материаловедение» и другим родственным («Металлургия», «Литейное производство» и др.), с продолжением обучения на магистерском уровне для построения блестящей карьеры.

Чейлях А.П., Чейлях Я.А., Зуб Е.А.

(ГВУЗ «ПГТУ», г. Мариуполь)

**ВЛИЯНИЕ ОТПУСКА ПОСЛЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ
ЗАКАЛКИ НА СТРУКТУРУ, МЕТАСТАБИЛЬНОСТЬ АУСТЕНИТА И
СВОЙСТВА ЦЕМЕНТОВАННОЙ СТАЛИ 30X8Г6С2Ф**

E-mail: aleksandr.cheylyakh@gmail.com

Актуальная проблема повышения износостойкости многих видов деталей машин и инструмента решается проведением химико-термической обработки, в частности цементации и последующей термической обработки для получения преимущественно мартенситно-цементитной структуры. Однако

более эффективно ее решать благодаря получению или сохранению в структуре остаточного метастабильного аустенита ($A_{ост}$), способного к деформационному мартенситному $\gamma_{ост} \rightarrow \alpha'$ превращению при изнашивании (ДМПИ) непосредственно в ходе испытаний износостойкости и эксплуатации. Для реализации этой идеи разрабатываются новые способы и технологии термической и других видов обработки, обеспечивающие формирование метастабильной аустенитно-мартенситно-карбидной структуры.

Целью работы является изучение возможности регулирования фазового состава, структуры и метастабильности посредством высокотемпературной закалки и параметров отпуска для повышения свойств высокопрочной стали 30X8Г6С2Ф с метастабильным аустенитом.

Образцы стали 30X8Г6С2Ф размером 10x10x55 мм подвергались цементации в твердом (Березовском) карбюризаторе при температуре 970 °С 1 час, охлаждение вместе с печью. Образцы подвергались высокотемпературной закалки с 1100 °С в масло и отпуска при разных температурах от 200 до 700 °С (выдержка 1 час). Исследовалась их микроструктура (микроскоп НЕОРНОТ-21); измерялась твердость по Роквеллу; микротвердость (микротвердомер МПТ-3); проводились испытания ударной вязкости (маятниковый копер МК-30); износостойкости в условиях сухого трения-скольжения металл по металлу (машина МИ-1М); абразивной износостойкости по схеме Бринелля-Хоурта в среде кварцевого песка.

Структура стали 30X8Г6С2Ф в закаленном состоянии состоит из аустенита, а после цементации – из мартенсита, продуктов распада аустенита, остаточного аустенита и карбидных фаз составов: $(Cr,Fe)_{23}C_6$, $(Fe,Cr)_3C$ и VC. Глубина науглероженного слоя составляла 1,25...1,5 мм, структура которого после высокотемпературной закалки с 1100 °С представляет собой преимущественно аустенит, поскольку карбидные фазы практически полностью растворены в аустените.

После отпуска при температурах 200...300 °С микроструктура поверхностного слоя цементованных и закаленных образцов остается аустенитной, а после отпуска в интервале температур 400...700 °С образуется некоторое количество мартенсита закалки и карбидных высокодисперсных частиц. Чем выше температура отпуска, тем больше образуется мартенсита и карбидов. Соответственно этому увеличивается степень деформационной метастабильности, т. е. способности аустенита поверхностного слоя к $\gamma_{ост} \rightarrow \alpha'$ ДМПИ. Эти процессы связаны с дестабилизацией аустенита и объясняются выделением частиц карбидов из аустенита, уменьшением содержания углерода, хрома и ванадия в нем, повышением точек M_n и M_k (точки M_n выше комнатной температуры).

После отпуска при температурах 200...500 °С в цементованных образцах сохраняется достаточная ударная вязкость $KCU = 45...60$ Дж/см², а при температурах отпуска 600...700 °С она снижается до 15...20 Дж/см². Абразивная износостойкость цементованной закаленной стали 30X8Г6С2Ф в зависимости от температуры отпуска изменяется по кривой с максимумом ($\epsilon_T = 2,5$),

который соответствует температуре 500 °С, а абразивная износостойкость ($\varepsilon_a = 2,2$) – 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