

Студенты гр. 10402128 Кучинский Д.И., Смарцелов Д.С.
Научный руководитель – Томило В.А.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Целью работы было исследование влияния режимов термической обработки отливок из Cr-Ni-Mo ВЧШГ, полученных в разовых песчано-глинистых формах, на их структуру, механические и служебные свойства.

Исследования проводили на калибрующих валках мелкосортного прокатного стана (валки имели следующие «чистовые» размеры: наружный диаметр 365 мм, внутренний – 140 мм, высоту – 205 мм). В соответствии с ТУ 27.1-00190319-1291-202 валки этого класса рекомендуются изготавливать из чугуна типа СШХНМД-55.

Металл выплавляли в индукционной печи ИСТ-0,4 с кислой футеровкой. Химический состав опытных валков соответствовал составу чугуна марки СШХНМД-55 и содержал (мас.%): 3,3–3,8 С; 1,5–1,7 Si; 0,4–0,6 Mn; 0,1–0,3 Cr; 2,5–3,0 Ni; 0,3–0,5 Mo; 1,6–2,0 Cu; содержание серы не превышало 0,02 %. Модифицирование для получения ШГ выполняли в ковше «сэндвич» – методом введением модификатора ФСМГ-9 и плавикового шпата в количестве 2 и 0,5 % от массы обрабатываемого чугуна, соответственно. Детали отливали в сухие песчано-глинистые формы. Параллельно с валками были отлиты пробные заготовки. После выбивки и очистки литье подвергали искусственному старению при 520–550 °С. Механическую обработку изделий выполняли до получения «чистовых» размеров.

Следующей операцией была термическая обработка. Закалку в масле выполняли с температур нагрева 780 °С и 930 °С; температура отпуска была 250, 350, 450, 550 и 650 °С. Из пробных заготовок изготавливали образцы для изучения микроструктуры и твердости металла, а также исследования износостойкости. Металлографические образцы подготавливали стандартным методом, исследования проводили на микроскопе «Неофот-21». Твердость измеряли приборе Роквелла, отсчет по шкале С. Износостойкость определяли на машине МИ-1М при трении образцов из исследуемого материала о поверхность закаленного ролика из стали У8. Величину относительного износа, И (%), оценивали как отношение удаленной при изнашивания в течении 30 минут массы тела к ее начальному значению.

Микроструктура чугуна опытных литых заготовок представляла собой смесь ледебурита и мелкодисперсного перлита в соотношении 50/50 %. Включения глобулярного графита мелкие, расположены равномерно. По строению металлические матрицы опытные отливки имели структуру половинчатого высокопрочного чугуна. Твердость металла – 53 ед. HRC.

Отпуск при температуре 250 °С образцов закаленных с нагрева до 780 °С привел к появлению в структуре чугуна мартенсита отпуска. Соотношение структурных составляющих осталось прежним. При повышении температуры отпуска до 350 °С, наблюдали увеличение твердости до 57 ед. HRC и уменьшение относительного износа, что могло быть связано с разложением имевшегося в структуре небольшого количества остаточного аустенита.

Дальнейшее повышение температуры отпуска до 450 °С привело к появлению в структуре троостита, и как следствие – к уменьшению твердости металла до 48 ед. HRC и увеличению относительного износа.

Отпуск при температурах 550 и 650 °С имел своим результатом появление в структуре чугуна троосто-сорбитной смеси, что соответствовало снижению твердости металла до 35 ед. HRC.

Картину, отличную от описанной выше, наблюдали на образцах, закаленных с температуры 930 °С.

Отпуск при 250 °С привел к таким же результатам как и в предыдущем эксперименте.

Повышение температуры отпуска до 350 °С обеспечило дальнейший отпуск мартенсита, незначительное снижение твердости металла и повышение относительного износа. При температуре отпуска 450 °С отметили снижение количества остаточного аустенита.

Отпуск при 550 и 650 °С не привел к полному разложению остаточного аустенита и уменьшил дисперсность перлита. Это привело к снижению твердости до 36 ед. HRC и повышению относительного износа.

Таким образом, оптимальным следует признать режим окончательной термической обработки прокатных валков из Сг-№-Мо высокопрочного чугуна, отлитых в песчано-глинистые формы, включающий закалку в масле с температуры нагрева 930 °С и отпуск при 450 °С. Твердость чугуна при этом составляет 55 ед. HRC, относительный износ – 0,22 %, что в 3,6 раз меньше, чем износ чугуна эталонных деталей.

Вместе с тем представляет значительный интерес изучение роли метастабильного аустенита в процессе упрочнения исследуемого материала и повышения его служебных свойств.

Вывод: для повышения стойкости прокатных валков отлитых из Сг-№-Мо высокопрочного чугуна с шаровидным графитом рекомендуется закалка их с 930 °С в масле и отпуск при 450 °С.