

Результаты дюраметрического анализа карбоазотированных образцов сталей для изготовления крупногабаритных валков при профилированной накатке стального листа

Ситкевич М.В.

Белорусский национальный технический университет

В работе представлены результаты исследований образцов сталей Х6ВФ, 6Х6ВЗСМФ, 6ХЗВЗМФС, Х12М. Указанные стали наиболее часто используются для изготовления крупногабаритных, в том числе многотонных и особо дорогостоящих валков при профилированной накатке стального листа. Данная инструментальная оснастка необходима для производства широко используемой в строительстве металлоцерепа, металлопрофиле и других видах сложноконтурных листовых изделий. Работает она в наиболее жестких условиях изнашивания рабочих поверхностей, зачастую сопровождающегося динамическими воздействиями.

Термическая обработка крупногабаритных валков из данных сталей: закалка с температур нагрева 1000 – 1150 °С, отпуск при температурах 520-560°С. Твердость после термообработки не менее 52-56 HRC. После термической обработки проводится окончательная механическая обработка для устранения неизбежных последствий термообработки – деформации, коробления, окисление и обезуглероживание поверхностного слоя.

Для повышения стойкости такой оснастки целесообразно создавать на их рабочих поверхностях высокотвердые фазы, обеспечивающие повышенную износостойкость в сочетании с приемлемым сопротивлением хрупкому растрескиванию в процессе накатки. В этом плане в первую очередь заслуживают внимания процессы упрочнения, которые проводятся при температурах сопоставимых с температурами нагрева под отпуск инструмента и технологической оснастки (500-550°С). При таких температурах поверхностного диффузионного упрочнения не разупрочняя сердцевину можно получить существенный прирост износостойкости поверхностного слоя без изменения размеров и состояния поверхности. При этом целесообразно диффузионное химико-термическое упрочнение проводить при температурах на 10-20 °С ниже, чем температура отпуска стальных деталей в обычных камерных печах с воздушной атмосферой.

В настоящей работе ХТО проводили при температуре 520°С 6 часов в специально разработанных порошковых смесях для низкотемпературного карбоазотирования, в которых поставщиками диффундирующих атомов являются активированные соединения азота и углерода со стабилизирующими добавками, позволяющими эффективно осуществлять процессы диффузионного в обычных отпускных камерных электрических печах с воздушной атмосферой без использования специального оборудования.

В структуре карбоазотированных образцов вблизи поверхности исследуемых сталей находится светлая полоска ϵ -фазы. Эта фаза состава $Fe_{2-3}(N,C)$ с гексагональной решеткой. Под ней располагается темнотравящаяся зона гетерогенного строения, в которой наряду со структурными составляющими основного материала присутствуют включения карбонитридов, концентрация которых плавно уменьшается по мере удаления от поверхности, что вызывает уменьшение микротвердости (рис.1).

Установлено, что в случае присутствия в составе сталей таких легирующих элементов как хром, вольфрам, ванадий, молибден и др. наряду с карбонитридами железа в структуре диффузионного слоя появляются и карбонитриды указанных элементов. Их микротвердость существенно превышает твердость карбонитридов железа, что приводит к повышению микротвердости всего диффузионного слоя. Причем, чем больше легирующих элементов в стали, тем выше твердость.



Рисунок 1 - Микроструктура поверхностного слоя стали 6X6B3MFC после карбонитрирования при температуре 520 °С в течении 6 часов.

Результаты исследований микротвердости карбонитрированных образцов сталей X6BF, 6X6B3CMF, 6X3B3MFC, X12M представлены на рис.2. Микротвердость измерялась на изготовленных микрошлифах с помощью прибора ПМТ-3 путем вдавливания в исследуемую поверхность алмазной пирамиды при нагрузке 0,49 ньютона.

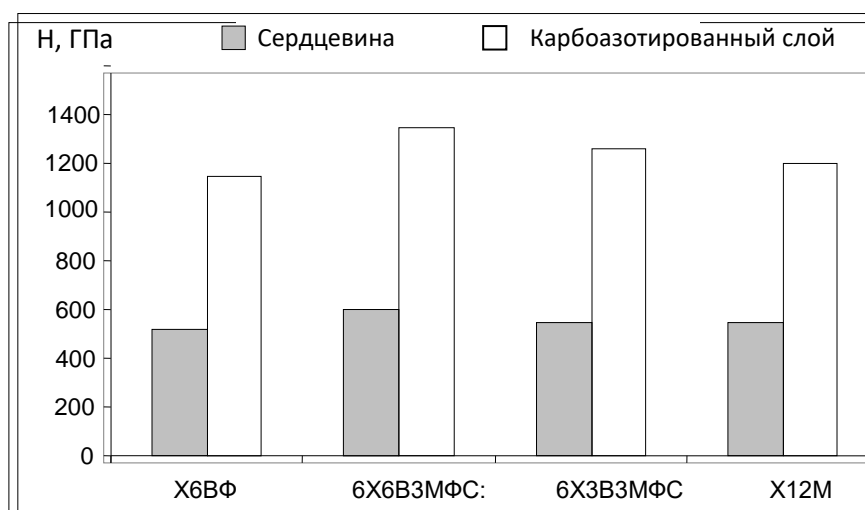


Рисунок 2 - Микротвердость сталей, карбонитрированных при температуре 520 °С 6 часов.

Из рис.2 видно, что наиболее высокая твердость вблизи поверхности после карбонитрирования у самой высоколегированной стали 6X6B3MFC с 6% хрома и 3% вольфрама – 13,5 ГПа. У стали X6BF с 6% хрома и без вольфрама, молибдена и кремния микротвердость ниже - 11,5 ГПа, в случае сталей 6X3B3MFC и X12M микротвердость в пределах 12 - 13 ГПа. Твердость в сердцевине после закалки и высокотемпературного отпуска примерно в 2 раза ниже.

В условия реального производства при упрочнении крупногабаритных деталей их необходимо поместить в стальной контейнер, засыпать диффузионноактивной смесью и выдерживать в камерной печи с воздушной атмосферой при температуре сопоставимой с температурой нагрева под отпуск. Контейнер можно изготовить из стальной трубы, внутренний диаметр которой не менее чем на 20 мм больше, чем наружный диаметр накатного валка. Так как расчетная масса накатного валка при диаметре 360 мм и длине 2600 мм примерно 1,5 тонны необходимо особое внимание обратить на прочность приваренного дна и сварного шва в контейнере. Время диффузионного упрочнения 6-10 часов после полного прогрева контейнера.