

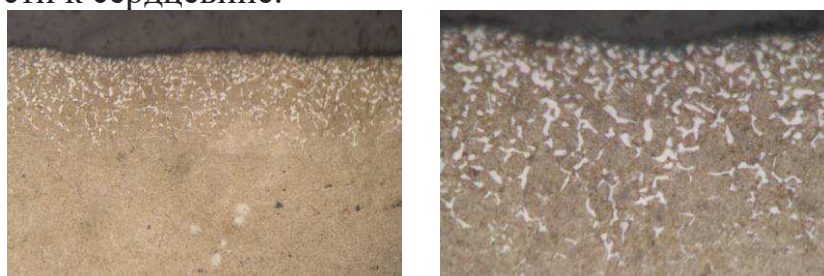
Д.В. Куис, доц., канд. техн. наук;  
Н.А. Свидуневич, проф., д-р техн. наук;  
А.С. Раковец, ассист.; Исаков В.А., студ. (БГТУ, г. Минск);  
И.Н. Степанкин, доц., канд. техн. наук;  
Е.П. Поздняков, ст. преп. (ГГТУ им. П.О. Сухого)

## **ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И ПОКАЗАТЕЛИ СВОЙСТВ МОДИФИЦИРОВАННЫХ СЛОЕВ СТАЛИ 40X И ЕЕ АНАЛОГА СТАЛИ 42CrMoS4**

При выборе материалов для изготовления различных деталей конструкционного назначения достаточно широкое распространение получили улучшаемые стали 40X, 35ХГСА, 40ХН и их аналоги [1]. Дополнительное легирование сильными карбидообразующими элементами позволяет применять их в качестве сплавов при производстве деталей машин, а также деталей инструментальной оснастки, эксплуатация которых проходит в условиях трения или циклического нагружения поверхностного слоя. В настоящее время на ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга БМК», г. Жлобин отлажена технология плавки новой марки стали 42CrMoS4 в соответствии с DIN EN 10083, экспортируемой на европейский рынок. В ее химическом составе присутствует молибден, который способствует значительному измельчению аустенитного зерна на стадии нагрева под закалку из-за образования труднорастворимого карбида  $Mo_2C$  [1, 2]. Однако поведение стали 42CrMoS4 при различных эксплуатационных характеристиках мало освещено в технической и научной литературе, что является дополнительным препятствием для ее применения отечественными предприятиями.

С использованием современных методик и оборудования были проведены сравнительные исследования влияния режимов термохимической обработки (цементация различной продолжительности, закалка в масле с температуры 860°C и отпуск (200, 400, 600°C) на структурообразование, фазовый состав и свойства поверхностных слоев стали 42CrMoS4, выпускаемой в соответствии с DIN EN 10083 и как аналога стали 40X, выпускаемой в соответствии с ГОСТ 4543. Определено, что морфология модифицированных поверхностных слоев изучаемых сплавов (рисунок 1-2), вследствие развитой системы границ между кристаллитами, является структурой сложного фазового состава (карбида,  $\alpha$ - и  $\gamma$ -твердые растворы). Установлено, что увеличение температуры отпуска мало повлияло на общую толщину модифицированных слоев и оказало незначительное влияние на объемную долю карбидной фазы,

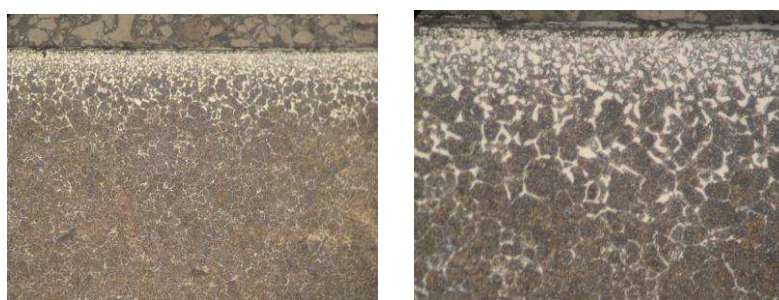
способствовало ее сфероидизации и снижению градиента твердости от поверхности к сердцевине.



а

б

**Рисунок 1 – Микроструктура в СМ науглероженного слоя стали 42MoCrS4 после закалки и низкотемпературного отпуска: а – х200, б – х500**



а

б

**Рисунок 2 – Микроструктура в СМ науглероженного слоя стали 40X после закалки и высокотемпературного отпуска: а – х200, б – х500**

Полученные при выполнении работы данные использованы для фундаментального объяснения влияния различных фаз испытываемых сплавов на эксплуатационные характеристики деталей машин, что расширяет представления о технологиях их упрочнения и свойствах новых марок низколегированных сталей, осваиваемых отечественной металлургической промышленностью, и будет способствовать их продвижению на рынки металлопродукции.

Результаты исследований на контактное изнашивание послужат ориентиром для формирования служебных свойств деталей машин, технологической и инструментальной оснастки для промышленных предприятий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Свидунович, Н.А., Витязь, П.А., Войтов, И.В., Куис, Д.В., Мюрек, М.Н. Выбор и применение материалов : учеб. пособие. В 5 т. Т. 2. Выбор и применение конструкционных сталей. – Минск: Беларуская навука, 2019. – 625 с.

2. Жарский, И.М., Иванова, Н.П., Куис, Д.В., Свидунович Н.А. Материаловедение: учеб. пособие с грифом Минобразования. – Минск: Вышэйшая школа, 2015. – 557 с.