

УДК 620.178.3

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

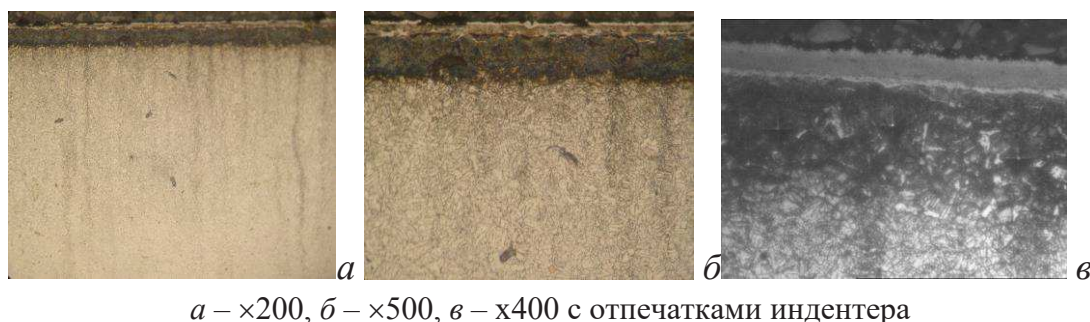
### **ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ И СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СТАЛИ 6Х4М2ФС**

Циклические контактные нагрузки, действующие на рабочие поверхности инструментов, деталей машин и механизмов, к которым относятся зубчатые колеса, подшипники качения, рельсы и рельсовые колеса, прокатные валки, толкатели кулачков, бойки, элементы червячных, гипоидных, винтовых, цепных и глобоидальных передач, направляющие, шлицевые соединения с телами качения, обгонные роликовые муфты и т.д., - являются причиной потери их работоспособности. Среди возможных путей повышения контактной выносливости таких изделий большое внимание отводится упрочняющим технологиям, созданию необходимой структуры поверхностного слоя. Многочисленными исследованиями доказана высокая эффективность применения для снижения сопротивления контактному выкрашиванию гетерогенно упрочненной структуры поверхностного слоя, создаваемой поверхностной термической обработкой или химико-термической обработкой. Вместе с тем для упрочнения деталей машин широко используется упрочнение поверхностно-пластической деформацией, которое обладает рядом достоинств по сравнению с другими способами упрочнения: низкая энергоёмкость, плавность перехода упрочненного поверхностного слоя к неупрочненному металлу и др.

Таким образом, установление взаимосвязи между параметрами обработки, получаемой в результате градиентной структурой и сопротивлением контактному изнашиванию, является актуальной задачей.

С целью определения влияния режимов термохимической обработки на структурообразование, фазовый состав и свойства поверхностных слоев стали 6Х4М2ФС были получены (науглероживание (920°C, 8 часов) с последующей закалкой (1060°C) и отпуском (525°C), закалка (1060°C) и отпуск (525°C) с последующим азотированием

(525°С, 8 часов), закалка (1060°С) и отпуск (525°С) с последующей нитроцементацией (560°С, 17 часов) и исследованы образцы этой стали. Определено, что морфология модифицированных поверхностных слоев изучаемых сплавов, вследствие развитой системы границ между кристаллитами, является структурой сложного фазового состава (карбиды, нитриды, карбонитриды,  $\alpha$ - и  $\gamma$ -твердые растворы), микротвердость снижается от поверхности (до ~ 11 ГПа в зависимости от обработки) к основе (6,5-7,0 ГПа).



*a* –  $\times 200$ , *б* –  $\times 500$ , *в* –  $\times 400$  с отпечатками индентера

**Рисунок 1 – Микроструктура в СМ образца стали 6Х4М2ФС (закалка (1060 °С) и отпуск (525 °С) с последующей нитроцементацией (560 °С, 17 часов))**

Полученные данные в совокупности с результатами исследований механизма разрушения этих сталей позволяют определить структурные особенности и режимы формирования модифицированных слоев, обеспечивающие получение заданного соотношения стабильной (мартенсит) и метастабильной (аустенит) фаз твердого раствора, изменяющего процессы трещинообразования в поверхностном слое материала.

Полученные зависимости контактного изнашивания и их взаимосвязь с режимами структурообразования поверхностного слоя, являются научной базой для разработки технологических рекомендаций по упрочнению инструмента для обработки давлением в металлургическом производстве на таких предприятиях как ОАО «БМЗ управляющая компания БМК», ОАО «Гомсельмаш» и др.