

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

## **ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ И СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННЫХ СЛОЕВ СТАЛИ 18ХГР**

Традиционные подходы к исследованию процесса контактного изнашивания основаны на ресурсной оценке способности рабочих поверхностей деталей сопротивляться контактной усталости. К таким деталям можно отнести подшипники качения, зубчатые передачи, элементы топливной аппаратуры современных дизельных двигателей и др. Методика оценки предела контактной выносливости основана на пульсирующем нагружении испытываемой поверхности за счет качения по ней тел вращения, до возникновения повреждений в виде питтингов, суммарная доля которых должна превысить 50 % от площади контакта.

Для повышения предела контактной выносливости широко используются методы поверхностной модификации контактной поверхности различными способами.

В настоящее время, наряду с широко используемыми сталями 18ХГТ, 40Х, 30ХГСА и др., машиностроительному комплексу доступны такие сплавы как 16MnCrS5, 18ХГР, 20ХН3А, 40Х13 и BONLERM303 Extra, и их аналоги. Многие из них широко используются в производстве деталей машин зарубежными, в первую очередь западными производителями. Их применение в некоторых случаях регламентируется требованиями заказчиков, ориентированных на экспорт технических устройств за пределы Республики Беларусь. Использование таких сплавов также связано с интеграцией отечественной металлургической промышленности в общеевропейский рынок с возможностью получения сплавов по западным стандартам DINEN 10083 и DINEN10084 для удовлетворения потребностей как внутренних, так и внешних заказчиков.

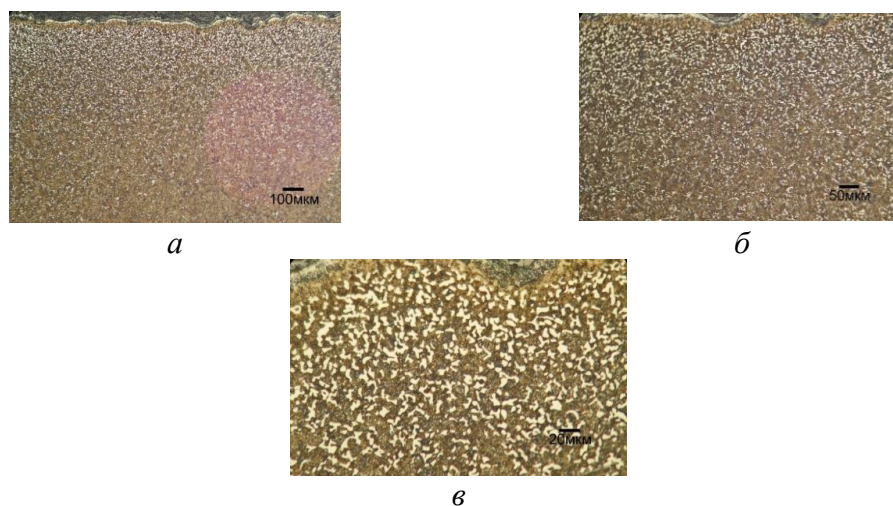
С целью определения влияния режимов термохимической обработки на структурообразование, фазовый состав и свойства поверхностных слоев стали 18ХГР, были получены (режимы: закалка в масле с температуры 860°C и отпуск 200°C, 1 час; цементация (920°C, 6 часов), закалка в масле с температуры 860°C и отпуск 200°C, 1 час;

цементация (920°C, 12 часов), закалка в масле с температуры 860°C и отпуск 200°C, 1 час; нитроцементация (860°C, 6 часов), закалка в масле с температуры 860°C и отпуск 200°C, 1 час; нитроцементация (860°C, 6 часов), закалка в масле с температуры 860°C и отпуск 200°C, 1 час) и подготовлены для исследований зависимостей «структура-свойства» образцы этой стали. Определено, что основа состоит из низкоуглеродистого мартенсита, а морфология модифицированных поверхностных слоев изучаемых сплавов является структурой сложного фазового состава (карбиды, нитриды, карбонитриды, твердые растворы).

На рисунке для примера показана микроструктура в СМ образца 58 стали 18ХГР после термохимической обработки.

Практическая значимость разработки заключается в получении технической информации, позволяющей управлять свойствами деталей машин и их наработкой на отказ по принципам заданной надежности или конъюнктурным предпочтениям маркетингового ограничения ресурса.

Структурными исследованиями определено, что основа состоит из низкоуглеродистого мартенсита, а морфология модифицированных поверхностных слоев изучаемых сплавов, вследствие развитой системы границ между кристаллитами (рисунок), является структурой сложного фазового состава (карбиды, нитриды, карбонитриды,  $\alpha$ - и  $\gamma$ -твердые растворы). Толщина модифицированных слоев составила до 0,6мм в зависимости от обработки. Исследованиями установлено, что термохимическая обработка практически не влияет на микротвердость поверхностных модифицированных слоев, что связано с повышением в них доли остаточного аустенита.



*a* –  $\times 100$ ; *б* –  $\times 200$ ; *в* –  $\times 500$

**Рисунок 1 – Микроструктура в СМ образца 58 (цементация (920°C, 6 часов), закалка в масле с температуры 860°C и отпуск 200°C, 1 час)**

Полученные данные использованы для определения влияния соотношения свойств и структуры поверхностно-модифицированных слоев стали 18ХГР на механизм и закономерности ее контактного изнашивания.

Эти исследования не выявили существенного влияния на показатели контактной выносливости при испытаниях ввиду незначительного градиента свойств модифицированной поверхности.

УДК 620.178.3

Д.В. Куис, доц., канд. техн. наук;  
Н.А. Свидунович, проф., д-р техн. наук;  
А.С. Раковец, ассист.; О.Ю. Цынкович, инж.,  
Д.Д. Гордиенко, асп. (БГТУ, г. Минск)

### **ВЛИЯНИЕ ИСХОДНОГО СОСТАВА ЧУГУНА НА ЭФФЕКТ МОДИФИЦИРОВАНИЯ**

При кристаллизации структура чугуна формируется последовательно в процессе выделения дендритов аустенита, переходящего затем в эвтектический распад жидкости и соответствующим формообразованием эвтектических колоний. Следовательно, основной этап структурообразования, определяющий тип чугуна, характер графита, величину эвтектического зерна и т.д. протекает непосредственно после возникновения каркаса дендритной структуры предэвтектического аустенита. При этом следует иметь в виду, что количество, размеры, разориентированность и т.д. кристаллов аустенита зависят от химического состава сплава, условий охлаждения и других факторов, поэтому формирование оптимального по структуре дендритного каркаса, в ветвях которого завершается основной этап структурообразования, будет предопределять свойства и качество чугунов.

Одним из важнейших факторов, влияющих на результат модифицирования чугуна, является склонность исходного сплава к переохлаждению. Из практики известно, что мало переохлаждающийся при эвтектическом превращении исходный чугун плохо модифицируется.

Влияние модифицирования на процесс кристаллизации чугуна проявляется прежде всего в изменении переохлаждения сплава, которое отмечается кривыми охлаждения. Изучение их показало, что состав исходного сплава, количество вводимых элементов и модификаторов оказывает большее или меньшее влияние на процесс кристаллизации чугуна.

Исследование влияния склонности исходного сплава к переохлаждению и модифицирования на процесс кристаллизации чугуна проводили на базовом чугуне, следующего состава (%): С – 3,2-3,4;