

**УДК 669.018:621.785**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ СТАЛИ ПОСЛЕ КАРБОБОРИРОВАНИЯ**

Марина Сергеевна Цих

*Бакалавр 3 года,*

*кафедра «Материаловедение»*

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: А.С.Помельникова,*

*доктор технических наук, профессор кафедры «Материаловедение»*

Традиционные методы поверхностного упрочнения (цементация, азотирование) хорошо зарекомендовали себя в условиях трения «металл по металлу» при больших контактных нагрузках, но малоприспособны для абразивно-эрозионного изнашивания. Из диффузионных методов упрочнения только процессы борирования могут повысить абразивную износостойкость.

Наиболее перспективным для освоения является процесс жидкостного безэлектролизного борирования, который позволяет в широких пределах конструировать одно- или многофазную структуру поверхностного слоя и придавать заданные свойства сердцевине (от отожженного до закаленного состояния). На мало- и среднеуглеродистых сталях твердость и прочность сердцевины после закалки борированных деталей часто недостаточна, что может привести к развитию пластической деформации зон, примыкающих к борированному слою во время абразивного изнашивания. В борированном слое образуются микротрещины, а затем происходит отрыв микрочастиц борированного слоя от пластичной матрицы. Для такого класса сталей нами разработана двухстадийная технология «Карбо-бор», заключающаяся в последовательном насыщении поверхности сталей сначала углеродом, а затем бором, с финишной обработкой в виде закалки с отпуском. Результатом обработки является образование композиционной структуры поверхностного слоя (на поверхности - боридный слой FeB и Fe<sub>2</sub>B толщиной до 150 мкм и твердостью до 2000 HV, далее - типичная зона цементованного слоя толщиной до 1,5 мм с твердостью до 650 HV, в сердцевине - отпущенный мартенсит с твердостью 35...45 HRC).

Для деталей сложной формы, имеющих резьбовые соединения, склонные к охрупчиванию, нами разработана технология «Карбо-бор» с неполной закалкой. Например, после цементации деталей из стали 30ХГСА механической обработкой удаляется цементационный слой в зоне нарезания резьбы. Далее осуществляется борирование при температуре 800<sup>0</sup>С, которая является температурой нагрева под неполную закалку сердцевины стали 30ХГСА, и в то же время эта температура является температурой нагрева под закалку цементованного слоя с получением в нем твердости до 60 HRC. После закалки в масло и низкого отпуска механически удаляется борированный слой из зоны нарезания резьбы. Затем идет нарезка резьбы. Такая структура с меньшими перепадами твердости по толщине упрочненного слоя благоприятно сказывается на эксплуатационных характеристиках изделия в целом. Особенно это касается значительного уменьшения склонности к охрупчиванию слоя. За счет твердого цементационного подслоя верхний боридный слой показывает максимальные характеристики износостойкости, прежде всего абразивной, а также коррозионной стойкости.

Такое сочетание эксплуатационных характеристик открывает принципиально новые возможности применения этой химико-термической обработки для целого ряда деталей, работающих в условиях коррозионно-абразивного изнашивания, что недостижимо другими методами упрочнения.

### **Литература**

1. *Афиногенов А. И.* Борирование стальных деталей [Текст]: научное издание / А. И. Афиногенов, В. И. Кузьмина, В. М. Шенгалев// Актуальные проблемы машиностроения на современном этапе. Владимирский государственный технический университет. - Владимир, 1995. – 86 с.
2. *Борисенок Г. В., Васильев Л. А., Ворошнин Л. Г. и др.* Химико-термическая обработка металлов и сплавов. Справочник. — М.: Металлургия, 1981. — 424 с.
3. *Ворошнин Л. Г., Ляхович Л. С.* Борирование стали. — М.: Металлургия, 1978. — 240 с.
4. *Крукович М.Г., Прусаков Б.А., Сизов И.Г.* Пластичность борированных слоев. – М.: Физматлит, 2010. – 384 с.