

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДИФфуЗИОННОГО НАСЫЩЕНИЯ СТАЛИ 5ХНМ БОРОМ И ХРОМОМ

**В.А. Бутуханов, Б.Д. Лыгденов, Ю.П. Хараев., В.И. Мосоров**

Восточно-Сибирский государственный университет технологии и управления,  
г. Улан-Удэ, Россия

В Химико-термическая обработка является упрочняющей технологией при поверхностном упрочнении сталей и сплавов. В данной работе проводили процесс борохромирования на стали 5ХНМ в обмазке.

*Abstract: Chemical-thermal treatment is hardening technology for surface hardening of steels and alloys. In this paper, the process boron-chromium on steel L6 in the plastering.*

*Ключевые слова: борохромирование, химико-термическая обработка, обмазка.*

*Keywords: boron-chromium, chemical and thermal treatment, plastering.*

Решение проблем повышения надежности и долговечности деталей и инструмента, прежде всего, связано с упрочнением поверхностных слоев изделий. Диффузионная химико-термическая обработка (ХТО) позволяет получить на поверхности изделия новый, отличающийся от сердцевины слой и обеспечить комплекс необходимых свойств – физических, химических, механических и др. В случаях, когда требуется упрочнение отдельных участков деталей, применяют химико-термическую обработку из обмазок, которая является более эффективной по сравнению с другими способами ХТО: порошковым, жидкостным и т.д. К перспективным методам ХТО из обмазок можно отнести борирование, хромирование и совмещенный процесс – борохромирование. Борохромирование имеет своей целью улучшение физико-химических характеристик боридных слоев, обладающих высокой хрупкостью, недостаточной коррозионной стойкостью и жаростойкостью.

В настоящей работе представлены результаты борохромирования рабочей поверхности штампа из стали 5ХНМ.

В качестве поставщика активных атомов бора используется карбид бора –  $B_4C$ . В качестве поставщика активных атомов хрома используется феррохром ФХ-400. В качестве активатора смеси использовался хлорид аммония  $NH_4Cl$ . Также в состав обмазки вошли следующие вещества: мелкодисперсный графит ГК и бентонит ПБА. Графит предотвращает пригар обмазки к поверхности

насыщаемого изделия. Бентонит является связующим веществом.

Обмазка содержит следующее соотношение компонентов, мас. %:

1. феррохром (ФХ-400)	20
2. карбид бора ( $B_4C$ )	57
3. мелкодисперсный графит (ГК)	15
4. бентонит (ПБА)	5
5. хлорид аммония ( $NH_4Cl$ )	3

Разведенная в воде до пастообразного состояния обмазка наносится на упрочняемую поверхность штампа с помощью кисти. Проводится сушка на воздухе при комнатной температуре в течение 24 часов для предотвращения образования трещин. Затем следует сушка при температуре  $200^{\circ}C$  в течение 2 часов для полного удаления влаги. Насыщение из обмазки осуществляется при нагреве детали до  $1050^{\circ}C$  с выдержкой в течение 3 часов.

Продолжительность насыщения (3 часа) следует считать оптимальной, так как при этой выдержке образуется диффузионный слой с рабочей толщиной около 160 мкм. Микроструктура диффузионного слоя представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Микроструктура диффузионного слоя, X400

После процесса насыщения бором и хромом изделие подвергается термической обработке, включающей закалку и отпуск.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДИФфуЗИОННОГО НАСЫЩЕНИЯ СТАЛИ 5ХНМ БОРОМ И ХРОМОМ

Закалка производится с температуры насыщения ( $1050^{\circ}\text{C}$ ) в веретенное масло И-20А. Выбор веретенного масла как охлаждающей среды оптимален с точки зрения обеспечения необходимых прочностных свойств как упрочненного борохромированного слоя, так и прилегающего к нему основного металла.

После закалки изделие подвергается отпуску. Температура отпуска, составляющая  $500^{\circ}\text{C}$ , является оптимальной, так как обеспечивается наиболее полное снятие остаточных напряжений, приводящих к повышенной хрупкости упрочненных слоев и низкой пластичности упрочненной детали в целом.

Время отпуска определяется в зависимости от размеров и конфигурации изделия и составляет 3 часа.

В качестве нагревательного устройства используется муфельную печь СНОЛ 12/12-В. Изучение микроструктуры проводится на металлографическом микроскопе «НЕОФНОТ-21», а измерение микротвердости на приборе ПМТ-3.

Микротвердость диффузионного слоя после насыщения бором и хромом при температуре  $1050^{\circ}\text{C}$  в течение 3 часов составляет 14490 МПа. Микротвердость сердцевины штампа – 2570 МПа.

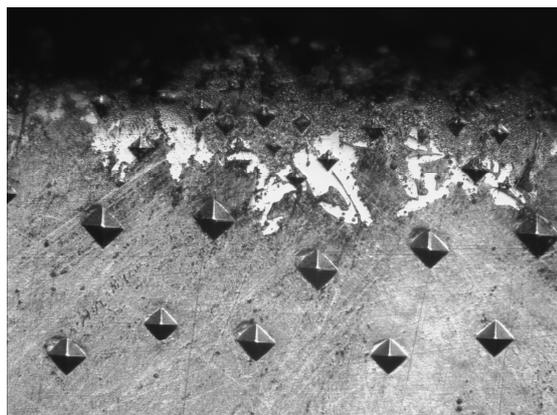


Рисунок 2 – Измерение микротвердости диффузионного слоя, X400

Закалка и отпуск по выбранному режиму позволяют повысить твердость диффузионного слоя и сердцевины штампа. Микротвердость диффузионного слоя после закалки с температуры насыщения в масло и последующего отпуска при температуре  $500^{\circ}\text{C}$  составляет 18920 МПа. Твердость штампа после процесса диффузионного насыщения и термической обработки составляет 37 HRC (3620 МПа).

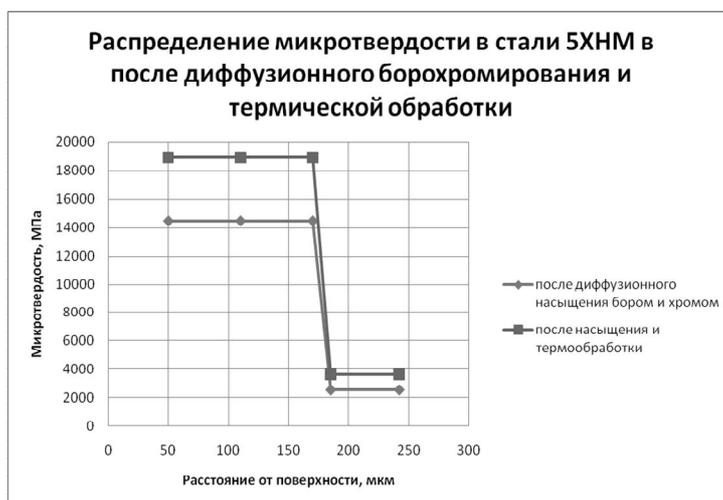


Рисунок 3 – Распределение микротвердости в стали 5ХНМ после диффузионного борохромирования и термической обработки

Вывод. Введение в состав обмазки феррохрома снижает хрупкость боридного слоя и повышает адгезию диффузионного слоя к поверхности инструмента.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Химико-термическая обработка металлов и сплавов. Справочник / под ред. Г.В. Борисенко – М.: Металлургия, 1981. – 4 стр.
2. Гуляев А.П. Металловедение. – М.: Металлургия, 1986. – 211 стр.