

# Борирование сталей и чугунов

Лаборатория  
«Средства нагрева, технологии термической  
и химико-термической обработки»



Государственный  
научный центр РФ  
**ЦНИИТМАШ**

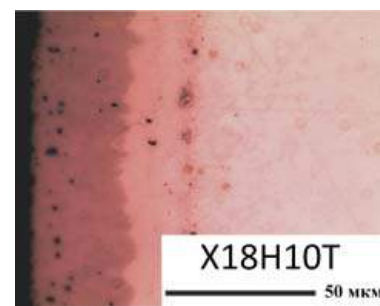
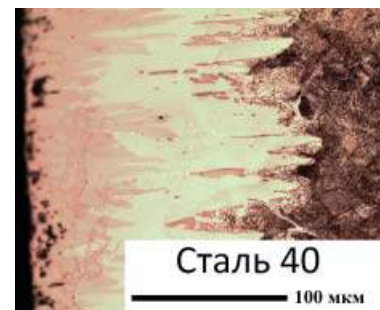
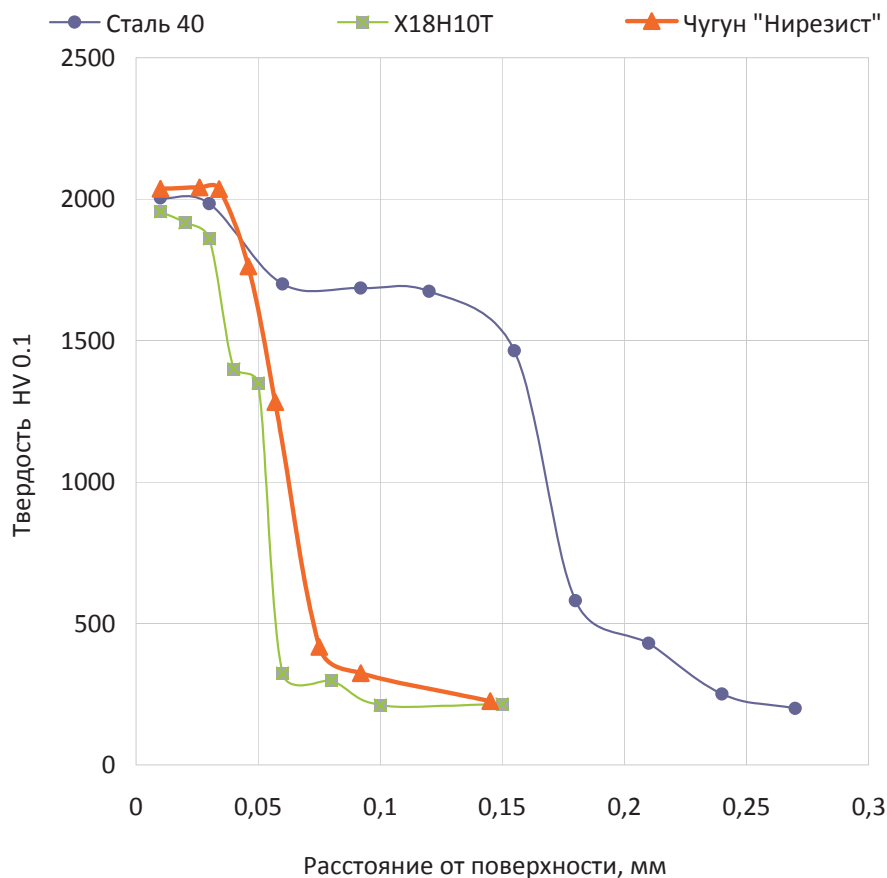


**атомэнергомаш**  
ГРУППА КОМПАНИЙ РОСАТОМА

**Борирование** – процесс насыщения бором поверхности деталей с целью повышения износостойкости, в том числе абразивной, коррозионной стойкости и жаростойкости.

Разработанные и предлагаемые для внедрения оборудование и технологии борирования в порошках, пастах и расплавах являются экологически чистыми процессами и могут быть использованы на любых машиностроительных предприятиях без каких-либо ограничений.

В результате борирования сталей и чугунов при температуре 800-1000 °С на поверхности формируется упрочненный слой, состоящий из нескольких зон. Поверхностная зона представляет собой фазу FeB, под которой расположена зона фазы Fe<sub>2</sub>B. Под ними расположена гетерофазная зона с незначительным содержанием бора.



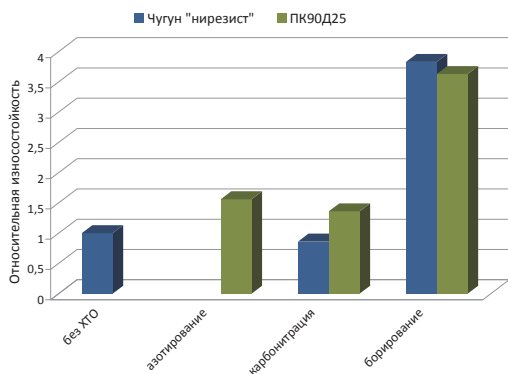
### Свойства борированного слоя:

- Толщина слоя 10-250 мкм;
- Твердость поверхности до 2000 HV<sub>0,1</sub>;
- Повышение абразивной износостойкости до 6 раз;
- Повышение коррозионной стойкости до 9 раз;
- Термическая стабильность слоя сохраняется до 800 °С;
- Увеличение жаростойкости поверхности при 800 °С более чем в 3 раза;
- Повышение стойкости при работе в среде расплавленных металлов (Al, Zn);

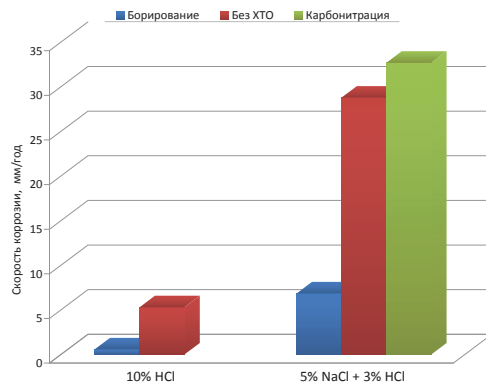
### Характеристики борированного слоя:

Марка материала	20	У8	5ХНВ	25Х5МА	Х12	Х18Н9Т	Чугун «нирезист»	ПК90Д25	Чугун «корезист»
Толщина боридного слоя, мкм	190	120	110	50	45	40	60	80	120
Твердость, HV <sub>0,1</sub>	1500 – 2000	1500 – 2000	1400 – 2000	1500 – 2000	1400 – 2000	1300 – 2000	1280 – 2000	1300 – 2000	1300 – 1800

Компанией ООО «ПК»Борец» проведен комплекс испытаний ступеней центробежных насосов изготовленных из чугуна марки «нирезист» и упрочненных в нашем центре «Термохим» борированием в расплаве солей.



Износостойкость порошкового материала ПК90D25 и чугуна «нирезист» после испытаний в растворе 30% СОЖ + 70% воды с введением 10 г/л  $Al_2O_3$  (имитатор абразива)



Коррозионная стойкость чугуна «нирезист» в различных средах при  $T=50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 4ч.

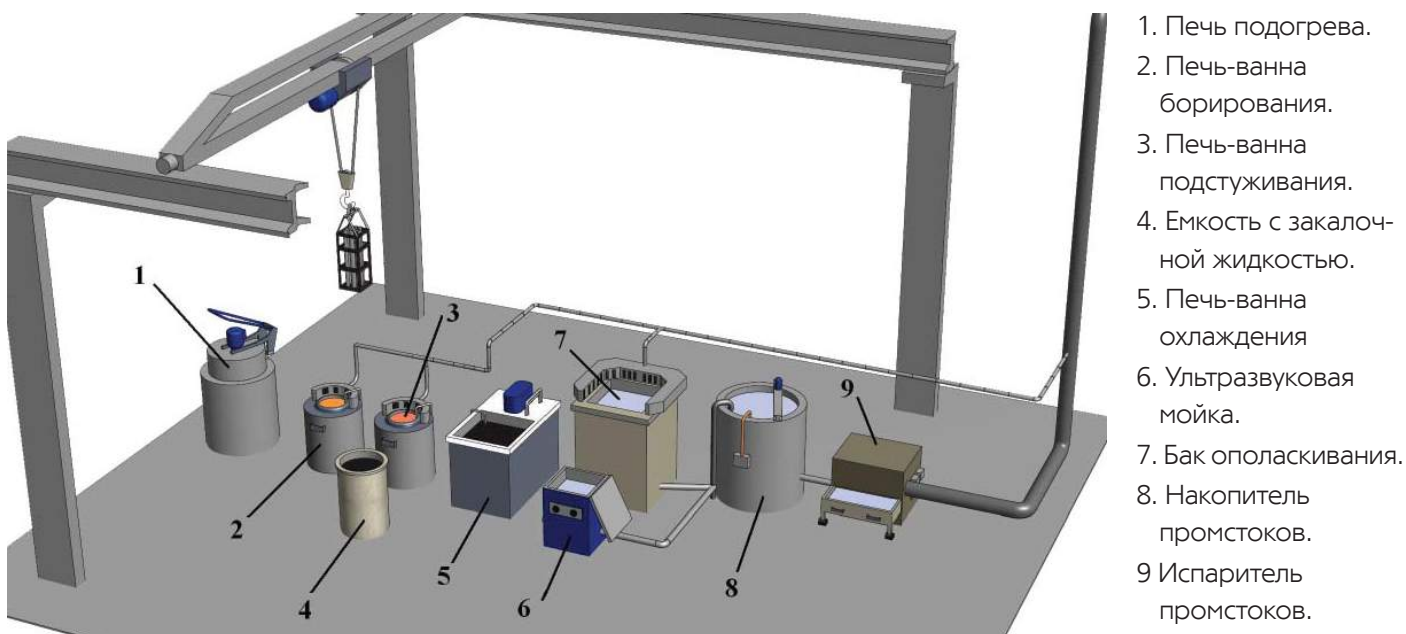
Сравнительные испытания ступеней насосов с различными видами упрочнения показывают значительный (до 4 раз) рост износостойкости при трении «металл по металлу» в присутствии абразива у борированных деталей.

Коррозионная стойкость борированного слоя в специальных средах, имитирующих: пластовую жидкость (водный р-р 5% NaCl + 3% HCl) и жидкость для промывки насосов (водный 10% р-р HCl) - повышается в 4 и 10 раз соответственно.

## Оборудование для проведения борирования

Разработанные оборудование и технологии борирования позволяют проводить поверхностное упрочнение деталей как простой, так и сложной формы, включая наличие резьбовых соединений, требующих защиты от упрочнения.

Разработанный комплекс для жидкостного борирования в расплаве на основе тетрабората натрия является экологически чистым, не имеющим жидких отходов и может применяться в серийном производстве деталей любой формы, где не требуется защита поверхностей от упрочнения.



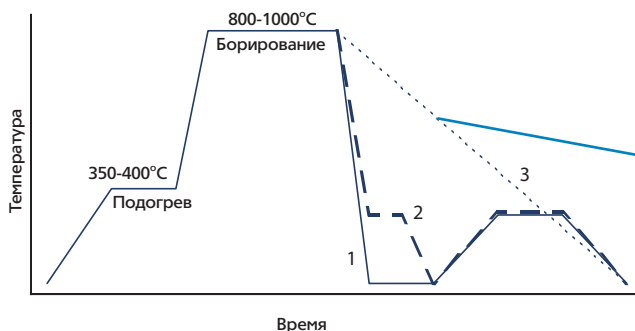
Оборудование для жидкостного борирования легко позволяет проводить операции последующей термообработки (закалки, включая изотермические выдержки, отпуска) для придания сердцевине окончательных свойств.

Для единичных деталей или мелкосерийного производства рекомендуется использовать технологию борирования в порошках, для чего разработаны жаростойкие контейнеры с плавким затвором. Такую технологию можно реализовывать в обычных шахтных или камерных печах.

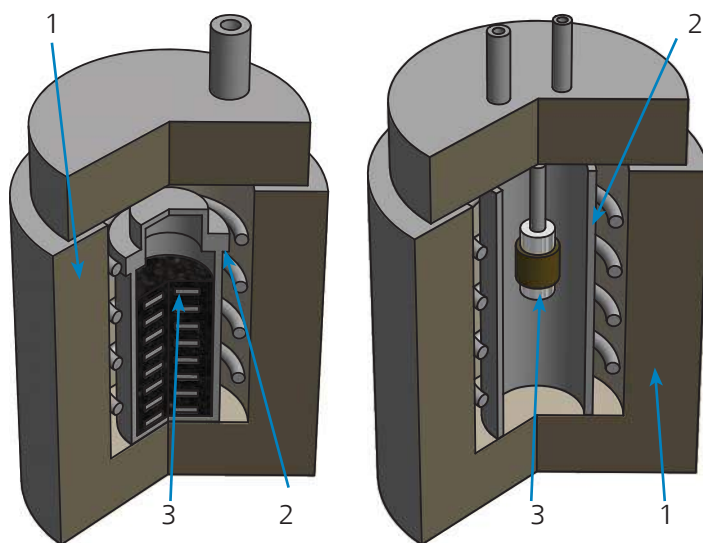
Установка для борирования в порошках включает в себя печь (1), контейнер с плавким затвором (2) с деталями и порошком (3). Борирование сталей и чугунов проводится как в порошках собственного производства, так и в порошках немецкой фирмы BorTec.

Для деталей, у которых необходимо защищать определенные поверхности от упрочнения рекомендуется использовать технологию борирования в обмазках. Обмазка наносится только на те поверхности, которые необходимо упрочнять. Диффузионный отжиг проводится в муфельных печах с защитной атмосферой, предотвращающей окисление поверхности деталей.

Оборудование для борирования в обмазках включает в себя печь (1) с герметичным муфелем (2) в котором находятся детали с нанесенной обмазкой (3).



Технологическая схема жидкостного борирования с последующей термообработкой-закалкой (1), закалкой с изотермической выдержкой (2), охлаждением на воздухе (3)



Установка для борирования в порошках

Установка для борирования в обмазках

## Применение

Применение технологии борирования, прежде всего, перспективно для деталей работающих в условиях коррозионно-абразивного изнашивания: крыльчатки и втулки грязевых насосов, запорная арматура, экструзионные матрицы и др.

Также высокие показатели стойкости показывают после борирования штампы, изложницы, литейные цилиндры, прессовочные и вытяжные матрицы оправки и др.

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

