

зону карбидов (несколько микрон), под ней находится диффузионная зона толщиной около 200 мкм, а далее следует переходная зона толщиной 0,5 мм. Твердость после охлаждения в масле в обоих случаях составляла ~ 54 - 55 HRC. Распределение микротвердости по толщине слоя приведено на рисунке 1.

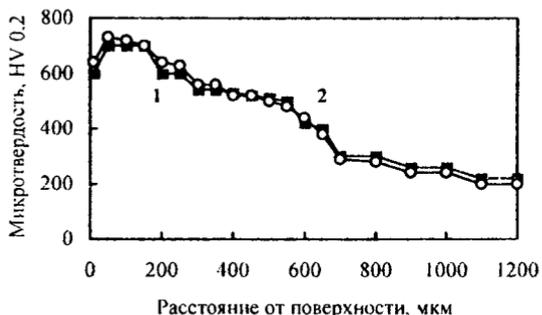


Рисунок 1 – Распределение твердости по толщине диффузионного слоя  
1- традиционный печной нагрев;  
2- нагрев в псевдооживленном слое

Таким образом, при цементации стали 20 из порошковой среды при традиционном печном нагреве и в виброкипящем слое получены идентичные результаты по структуре слоя, его толщине и твердости. При этом время прогрева в порошковой смеси образцов до температуры химико-термической обработки в виброкипящем слое составляет всего лишь 3 минуты, в то время как при традиционном печном нагреве – 60 минут. Расход порошковой смеси для проведения цементации в виброкипящем слое в 10 раз меньше, чем при традиционном нагреве.

УДК 621.785.5

**Свойства углеродистых и легированных сталей, диффузионно-упрочненных из порошковых сред на основе бора, азота и углерода в псевдооживленном слое и при традиционном печном нагреве**

Стасевич Г.В., Протасевич В.Ф., Басалай И.А.

Белорусский национальный технический университет

Анализ существующих способов твердофазного насыщения показал, что обработка в псевдооживленных средах относится к числу современных технологий скоростного диффузионного нагрева.

Выбор технологии псевдооживления для использования в химико-термической обработке (ХТО) связан с ее уникальными свойствами, среди которых можно отметить: резкая интенсификация процесса, активация

обрабатываемой поверхности, ускоренный подвод диффундирующего элемента, быстрый нагрев садки, отсутствие перепадов температур в рабочем пространстве, равномерный нагрев обрабатываемых изделий независимо от их размеров и формы, возможность проведения ХТО в негерметизированной камере, легкая адаптация устройства при изменении вида обработки (ТО ↔ ХТО), широкий диапазон рабочих температур.

Для проведения термодиффузионных процессов - цементации, нитроцементации и борирования были опробованы следующие схемы псевдооживления: аэродинамическое псевдооживление с использованием инертного или химически активного газа, псевдооживление механической вибрацией, а также совмещение этих схем. На основании изучения технологических характеристик используемых порошковых сред и проведенных экспериментов для осуществления процесса борирования был выбран аэродинамический способ псевдооживления с использованием азота в качестве флюидизирующего газа, а для цементации и нитроцементации - псевдооживление механической вибрацией.

С использованием метода конечных элементов было рассчитано и экспериментально подтверждено время достижения на обрабатываемых в порошковых средах изделиях рабочей температуры печи при печном нагреве и при использовании псевдооживления. В первом случае время достижения рабочей температуры на изделиях составляет от 1 до 1,5 часа в зависимости от вида насыщающей смеси. Во втором - от 1,5 до 2 минут.

Микротвердость и твердость стали 20 после проведения цементации и нитроцементации в псевдооживленном слое с использованием вибрации и при традиционном печном нагреве идентичны. Проведение борирования сталей 20, 4Х5МФС, Х12МФ аэродинамическим псевдооживлением с использованием азота не позволило достичь результатов по твердости и толщине слоя, получаемых при традиционном печном нагреве.

УДК 621.785.5

### **Структура и химический состав диффузионных слоев на основе бора, получаемых из синтезированных порошковых сред**

Кухарева Н.Г., Галынская Н.А., Петрович С.Н.  
Белорусский национальный технический университет

Насыщающие борлирующие среды на основе боридов железа и тугоплавких металлов были получены в процессе внепечной алюмотермии по принципу СВС – процесса. Установлено, что на углеродистых и легированных сталях при обработке из синтезированных сред в зависимости от их состава формируются как однофазные ( $Fe_2B$ ), так и двухфазные ( $FeB + Fe_2B$ ) слои. Сравнительный анализ термодинамических расчетов и резуль-