

УДК 669.018.25

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВАКУУМНОЙ ЦЕМЕНТАЦИИ СТАЛИ 8Х4В9Ф2-Ш

Богдан Станиславович Золотов<sup>(1)</sup>, Полина Константиновна Катаева<sup>(2)</sup>

*Студент 4 курса, бакалавриат*

*кафедра «Материаловедение в машиностроении»<sup>(1)</sup>*

*Студент 2 курса,*

*кафедра «Прикладная механика»<sup>(2)</sup>*

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

*Научный руководитель: С.А. Пахомова,*

*кандидат технических наук, доцент кафедры «Материаловедение в машиностроении»*

Нитроцементация - это процесс одновременного насыщения стали углеродом и азотом в среде, состоящей из науглероживающего газа и аммиака. По сравнению с цементацией, нитроцементацию проводят при более низких температурах - 850-870 °С. Это обусловлено тем, что азот, проникая в сталь одновременно с углеродом, понижает температуру существования твердого раствора на основе Fe<sub>γ</sub> и тем самым способствует науглероживанию стали при более низких температурах. По сути, азот, играя роль легирующего элемента, понижает критические точки стали. Понижение температуры насыщения без увеличения длительности процесса позволяет снизить деформацию обрабатываемых деталей.

Для нитроцементации рекомендуется использовать контролируемую эндотермическую атмосферу, к которой добавляют 3–15 % не отработанного природного газа и 2–10 % NH<sub>3</sub> или жидкий карбюризатор – триэтанолламин (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>O)<sub>3</sub>N, который в виде капель вводят в рабочее пространство.

**Цель работы:** сравнить стабильность свойств диффузионных слоев деталей подшипников после вакуумной нитроцементации. Задачи исследований:

Для проведения исследований использовали образцы, изготовленные из горячекатаной дисперсионно-твердеющей стали марки 8Х4В9Ф2-Ш. Данная сталь относится к классу конструкционных высоколегированных среднеуглеродистых сталей. Область применения: изготовление подшипников качения, работающих в агрессивных средах при повышенных температурах (до 500 °С). Химический состав стали марки 8Х4В9Ф2-Ш представлен в таблице 1.

Таблица 1. Химический состав стали марки 8Х4В9Ф2-Ш

Содержание химического элемента, %								
C	Si	Mn	Cr	W	V	S	P	Fe
0,70-0,80	<b>Ошибка!</b> Источник ссылки не найден. ≤ 0,25	<b>Ошибка!</b> Источник ссылки не найден.≤ 0,25	4,00-4,60	8,50-9,50	1,40-1,70	<b>Ошибка!</b> Источник ссылки не найден.0, 03	<b>Ошибка!</b> Источник ссылки не найден.0, 03	Ост.

Образцы исследовались после проведения вакуумной нитроцементации в лабораторной установке для проведения вакуумной химико-термической обработки по двум технологическим режимам:

1. Вакуумная нитроцементация при температуре 940 °С в течение 100 минут: активная стадия – 5 циклов по 10 минут, пассивная стадия – 5 циклов по 10 минут (ВНЦ1);
2. Вакуумная нитроцементация при температуре 940 °С в течение 150 минут: активная стадия – 5 циклов по 15 минут, пассивная стадия – 5 циклов по 15 минут (ВНЦ2).

Измерение твердости (рис. 1) показало, что образцы, обработанные по режиму ВНЦ2, имеют пониженную поверхностную твердость по сравнению с образцами, обработанными по режиму ВНЦ1. Исходя из анализа микроструктуры образцов, снижение твердости после обработки по режиму ВНЦ2 связано с большим количеством остаточного аустенита в структуре. Результаты измерения толщины диффузионного слоя в виде графиков типа «BoxPlot» представлены на рисунке 2.

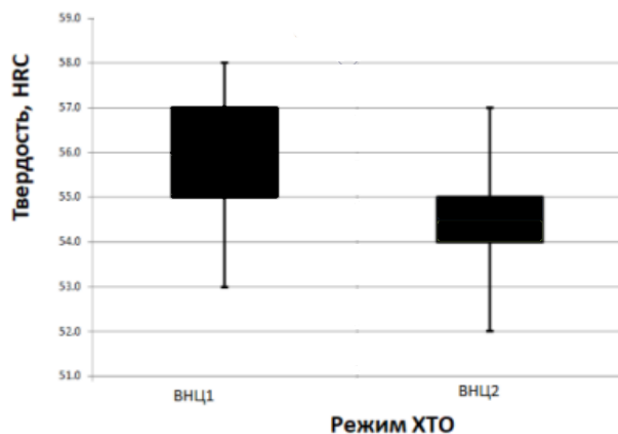


Рис. 1. Результаты измерения твердости

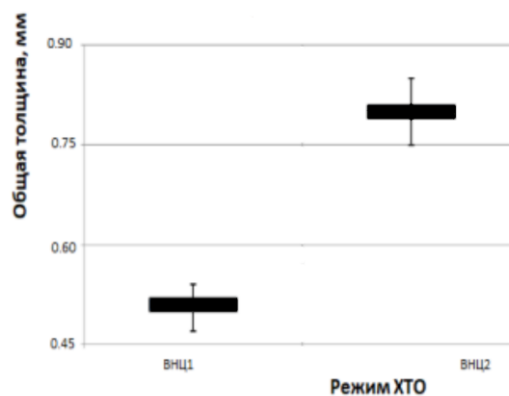


Рис. 2. Результаты измерения общей толщины слоя

**Заключение.** Анализ микроструктуры и результатов измерения поверхностной твердости образцов из стали 8Х4В9Ф2-Ш показал, что более длительная выдержка снижает твердость. Это связано с наличием в образцах повышенного содержания остаточного аустенита.

Установлено, что распределение значений характеристик диффузионных слоев соответствует нормальному закону. Отмечено, что рассеяние характеристик диффузионных слоев мало и сохраняется при изменении режима обработки, что свидетельствует о стабильности результатов.

### Литература

1. Суслов А.Г. Инженерия поверхности деталей. М.: Машиностроение, 2008, 320 с.
2. Смирнов А.Е., Семенов М.Ю. Применение вакуумной термической и химико-термической обработки для упрочнения тяжело нагруженных деталей машин, приборов и инструмента // Наука и образование [электронное науч.-техн. издание], 2014, № 2, С. 343-359. URL: <http://engineering-science.ru/doc/700036.html>
3. Рыжов Н.М., Смирнов А.Е., Фахуртдинов Р.С. Управление насыщенностью диффузионного слоя при вакуумной цементации теплостойких сталей // Металловедение и термическая обработка металлов, 2004, № 8, с. 22-27.