

УДК 669.018.25

ВАКУУМНАЯ ЦЕМЕНТАЦИЯ ЭКОНОМНО-ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ

Кирилл Алексеевич Бузаверов

*Бакалавр 4 года,**Кафедра «Материаловедение»**Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана**Научный руководитель: С.А. Пахомова,**кандидат технических наук, доцент кафедры «Материаловедение»*

Для долговечной и надежной работы ответственных зубчатых колес и шестерней необходимо обеспечение контактной и изгибной прочности зубьев. При химико-термической обработке сталей достигается наибольшая твердость поверхности зубьев, что обеспечивает высокую несущую способность зубчатых передач по контактной прочности, позволяет снизить массу и габариты зубчатой передачи [1]. Цементованные зубчатые колеса после окончательной термической обработки обладают высокой контактной выносливостью зубьев, прочностью зубьев на изгиб, высоким сопротивлением износу и заеданию [2].

Цель работы состоит в разработке технологии термической обработки после вакуумной цементации экономно-легированной стали 15X2ГН2ТРА; определении оптимальных температур высокого отпуска после цементации и низкого послезакалочного отпуска.

Для определения оптимального режима высокого отпуска, его температуру варьировали от 600 до 680 °С, так как этот диапазон является зоной наименьшей устойчивости аустенита подобной стали. Для этого проводили измерения твердости после проводимой вслед высокому отпуску закалке.

На основании анализа литературных данных температура закалки была назначена 760±10 °С [3].

Результаты измерения твердости представлены в таблице 1. Проведение высокого отпуска в интервале температур 660...680 °С обеспечивает оптимальные свойства. Продолжительность нагрева при отпуске составила 2 ч, время выдержки 2 ч, охлаждение до 200 °С с печью, далее на воздухе.

Таблица 1. Результаты измерения твердости поверхности цементованных образцов из стали 15X2ГН2ТРА после высокого отпуска и закалки с 760±10 °С

Температура отпуска, °С	HRC
600±5	52...54
620±5	53...55
640±5	56...57
660±5	60...61
680±5	60...61
700±5	56...57

Исследованиями установлено, что в структуре стали после закалки присутствует 15...20 % остаточного аустенита, так как практически все легирующие элементы понижают температуру начала мартенситного превращения. Для снижения количества остаточного аустенита после закалки была проведена обработка холодом. Охлаждение изделий до отрицательных температур проводили сухим льдом до температуры -65...-75 °С.

С целью повышения эксплуатационных свойств и надежности деталей был проведен низкий отпуск продолжительностью 2 ч, который является заключительной операцией термической обработки изделий после химико-термической обработки.

Исследование влияния температуры низкого отпуска на контактную выносливость стали 15X2ГН2ТРА представлено в таблице 2 и показало, что оптимальной температурой нагрева является 160...180 °С.

Таблица 2. Результаты испытаний образцов из стали 15X2ГН2ТРА на контактную выносливость N_{50} после низкого отпуска (2 ч)

Температура отпуска, °С	Контактная выносливость N_{50} , млн.цикл.
140+5	93...94,5
160+5	105...107
180+5	133...135
200+5	135...138
220+5	98...101

Предлагаемые режимы термической обработки после вакуумной цементации стали изображены на рисунке 1.

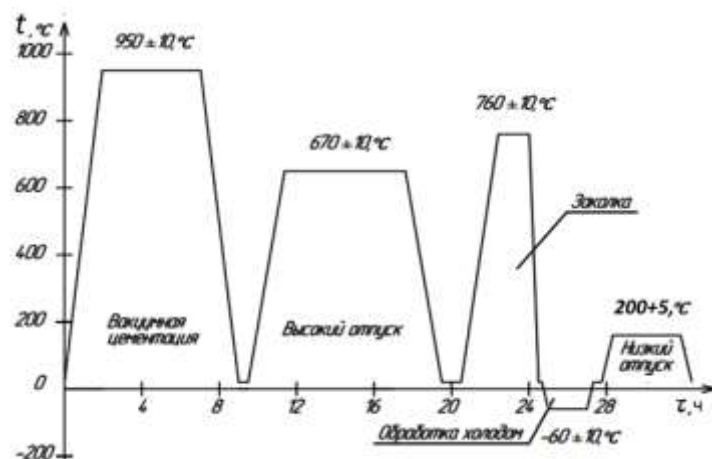


Рис. 1. Схема химико-термической обработки стали 15X2ГН2ТРА

Выводы:

1. Оптимальная температура высокого отпуска после вакуумной цементации составляет 660...680 °С, 2 ч.
2. Для повышения контактной выносливости необходимо провести послезакалочный низкий отпуск при температуре 180...200 °С, 2 ч.

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> (дата обращения 31.01.2019 г).
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.