

вышенное содержание углерода прослеживается до глубины порядка 250 мкм, а азота до глубины более 1 мм, что влияет на скорость прорастания трещины.

Результаты исследований позволили сделать выводы, на основании которых можно рекомендовать режим нитроцементации хромистых сталей, обеспечивающих наилучшее сочетание механических свойств с учётом показателей ус-

талости. Для гладких образцов (оси валы) следует использовать сталь 30X, имеющую высокий предел выносливости после нитроцементации ($\sigma_{-1}=460$ МПа). Для деталей с концентратором напряжений (выточки, резьбовые соединения) предпочтительно использовать сталь 30X13, имеющую наибольшее сопротивление росту трещины.

Список использованной литературы:

1. Лахтин Ю.М., Кочан Я.Д. //Сб. Прогрессивные методы термической обработки. – М.: Машиностроение, 1972. С.111-116.
2. Хорошайлов В.Г. Тюлихнданов Е.Л. Химико-термическая обработка стали – Л.: ЛПИ. 1980. – 78 с.
3. Ткачёв В.Н. Фиштейн Б.М. Усталостные свойства цементованных сталей 20X и 40X// Сб. Методы повышения долговечности деталей машин. – М.: Машиностроение, 1971. С.171-174.
4. Якиревич Д.И., Иванова В.С., Ефименко Л.А. Способ определения механических характеристик металлов – А.С.№1632156СССР №27/90, 1989, Бюл. №14 – 3с.
5. Ярема С.Я. О корреляции параметров уравнения Париса и характеристик циклической трещиностойкости материалов // Проблемы прочности. 1981. С. 20-28.
6. Расчёты и испытания на прочность. Методы механических испытаний. Метод определения трещиностойкости сталей по отношению предела усталости к пределу текучести // Методические рекомендации ИМЕТ АН СССР. – М.:, 1984. – 29 с.
7. Иванова В.С., Бозрова Л.К., Зотов А.Д. О связи K_{1C} с пределом усталости. // Зав. лаб. № 10. 1986. С. 65-68.

Наведено порівняльні результати впливу режимів нитроцементації в пастоподібному азотистовуглецевому карбюризаторі на циклічну тріщиностійкість хромистих сталей

Ключові слова: нитроцементація, пастоподібний карбюризатор, циклічна тріщиностійкість

Comparative results on the effect of nitriding a paste hydrazoic carbon carburizer the cyclic crack resistance of chromium steels

Keywords: carbonitriding, pasty carburizer, cyclic crack-resistanc

Дата надходження в редакцію: 01.06.2012 р.

Рецензент: д.т.н., професор Кочмола М.М.

УДК 621.785.796:669.017

ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕТАЛЕЙ МАШИН С ПОМОЩЬЮ ТЕРМООБРАБОТКИ

О.В. Летова, Курская государственная сельскохозяйственная академия

Э.Ю. Медведев, доцент, Курская государственная сельскохозяйственная академия

И.В. Ярыгина, доцент, Курская государственная сельскохозяйственная академия

Исследовано влияние отпуска, длительности и температуры закалки на твердость графитизированных слоев среднеуглеродистой конструкционной стали 40 после двухступенчатой нитроцементации в активной пасте.

Ключевые слова: графитизация, закалка, нитроцементация, отпуск, сталь.

В литературе недостаточно широко освещен вопрос по влиянию закалки и других видов упрочняющей обработки на поведение сталей с поверхностными графитизированными слоями, поэтому представляется необходимым исследование этого вопроса.

Структура диффузионного слоя стали 40, полученная в результате ее нитроцементации состоит в основном из феррита, в котором равномерно распределены включения графита различной величины и формы [1]. Как показывает

рентгеноструктурный анализ карбидная фаза в такой структуре практически отсутствует. Следы цементита обнаруживаются только в слоях, содержащих до 1 % графита.

Для закалки графитизированных слоев необходимо, чтобы часть углерода из свободного состояния (графита) перешла бы в связанное состояние (твердый раствор), однако для этого необходима высокая температура и большая длительность нагрева под закалку. Дело в том, что графит растворяется в железе значительно

труднее, чем цементит [2].

Для исследования влияния температуры и длительности нагрева под закалку графитосодержащих слоев на ее результаты была подготовлена партия образцов стали 40 (30 образцов), которые подвергли двухступенчатой нитроцементации с предварительной закалкой в одном контейнере. В результате все образцы получили поверхностные слои глубиной 0,7...0,9 мм со средним содержанием графита 2...2,5 %.

После этого графитизированные образцы каждый в отдельности закаливали в воде, причем нагрев под закалку проводили для различных образцов при разных температурах (от 750 до 900 °С) и с различной выдержкой (от 15 до 120 мин.). Закаленные образцы очищали от окалины и загрязнений и измеряли их твердость в нескольких местах. Результаты эксперимента представлены на рисунках 1 и 2.

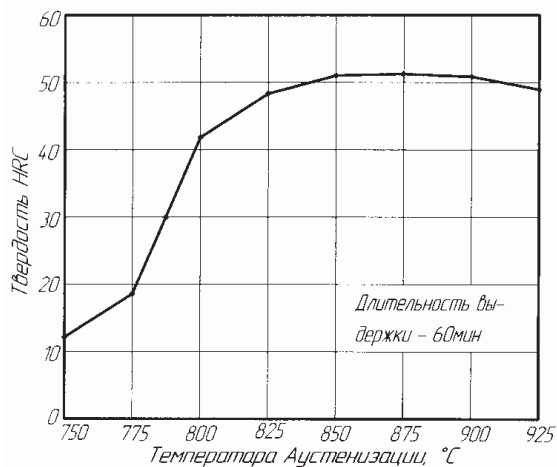


Рис. 1. Влияние температуры нагрева под закалку графитизированной стали 40 на твердость поверхности при выдержке 60 мин

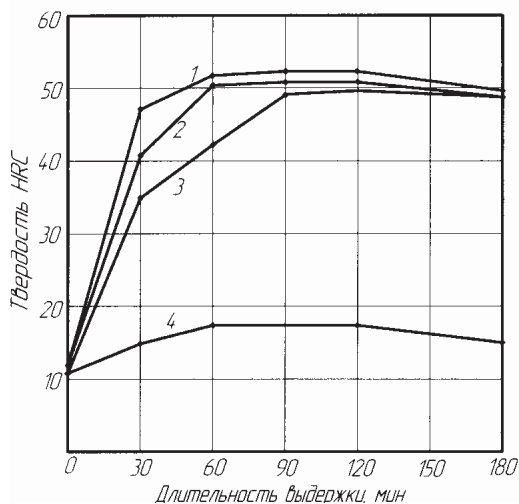


Рис. 2. Кривые изменения твердости графитизированного слоя стали 40 (содержание графита ~ 2 %) в зависимости от выдержки при различных температурах: 1 – 900 °С; 2 – 850 °С; 3 – 800 °С; 4 – 760 °

Как видно, (Рис. 1), температура нагрева под закалку графитизированного слоя стали 40 в решающей мере определяет его твердость. Относительно низкая температура аустенизации (до ~ 800 °С) не обеспечивает эффективной закалки, несмотря на то, что общее содержание углерода в графитизированной стали достигает заэвтектоидной концентрации. По-видимому, при этих температурах диффузия углерода проходит недостаточно интенсивно для полного насыщения твердого раствора. Повышение температуры нагрева под закалку более 850 °С не приводит к повышению твердости более максимального значения (50...52 HRC), полученного при 850...870 °С. Более того, как видно из результатов эксперимента, повышение температуры нагрева под закалку более 900 °С приводит к снижению твердости графитизированного слоя. Такое снижение, очевидно, связано с наличием остаточного аустенита в структуре закаленного слоя [3].

Длительность аустенизации при закалке графитизированной стали 40 также очень сильно влияет на ее закаливаемость. Несмотря на малые размеры образцов (диаметр 15 мм, длина 35...40 мм) для получения высокой твердости длительность нагрева их должна быть не менее 90 мин. Меньшая длительность нагрева, по-видимому, недостаточна для насыщения твердого раствора углеродом в количестве, необходимом для образования мартенсита при быстром охлаждении.

С другой стороны, увеличение длительности нагрева под закалку свыше 120 минут привело, на исследованных образцах к снижению твердости после закалки (Рис. 2). Такое снижение твердости объясняется обезуглероживанием поверхностного слоя графитизированной стали в результате длительного воздействия печной атмосферы (Рис. 3).

Графитизированные слои стали 40, содержащие в структуре графитные включения представляют собой, по сути, естественный композит, свойства которого аддитивно определяются относительным количеством графита и металлической матрицы. Поэтому представляется интересным исследовать, как влияет содержание графита в графитизированном слое на его твердость.

На закаленных образцах, обработанных по различным режимам, после измерения твердости приготовили металлографические шлифы и подсчитали содержание графита на расстоянии 0,5 мм от поверхности. Твердость каждого образца и содержание графита в его диффузионном слое нанесли на один график, (Рис. 4). Как видно из этого рисунка, зависимость твердости графитизированного слоя от содержания в нем графита, несмотря на большой разброс опытных точек, может быть представлена прямой линией.

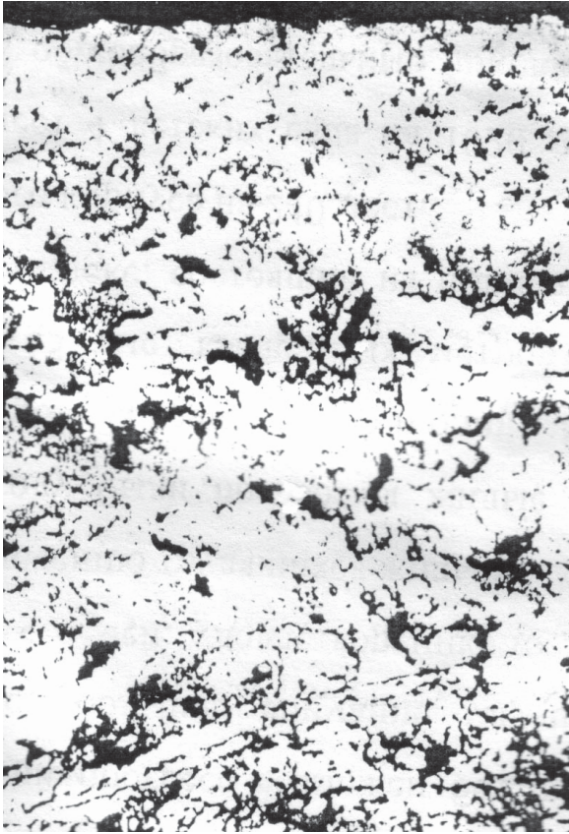


Рис. 3. Обезуглерожженный слой на поверхности графитизированной стали 40 после длительного нагрева под закалку ($\times 400$)

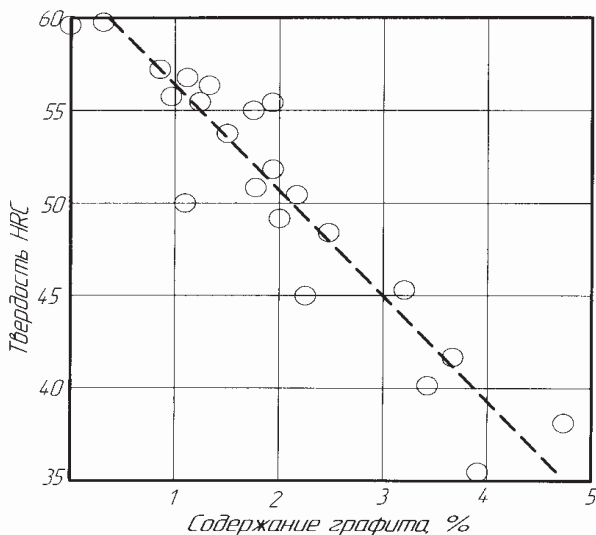


Рис. 4. Изменение твердости при закалке графитизированной стали 40 в зависимости от количества графитных включений в диффузионном слое.

Из представленных результатов следует, что для получения графитизированных изделий с

высокой поверхностной твердостью необходимо назначать такие режимы обработки, которые обеспечивали бы содержание графита в диффузионных слоях не более 2-х процентов.

Для исследования отпуска графитизированные образцы из стали 40, содержащие примерно 2 % графитных включений на поверхности, закаливали в воде с двух температур, - с 850°C на максимальную твердость и с 900°C для получения некоторого количества остаточного аустенита в структуре. Закаленные образцы отпускали при различных температурах, но при одной и той же выдержке – 90 минут. После отпуска определяли твердость образцов. Результаты эксперимента представлены на рис. 5.

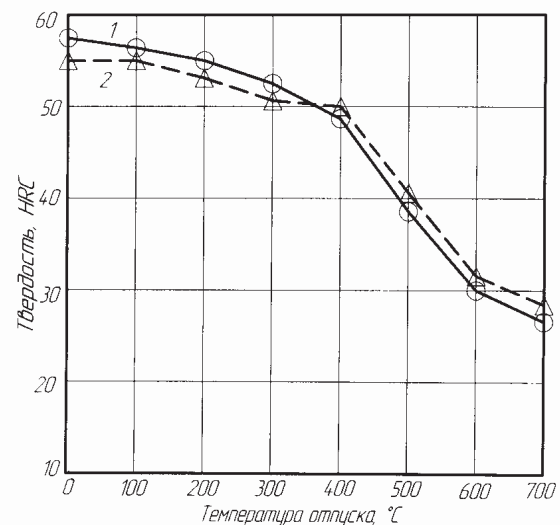


Рис. 5. Изменение твердости закаленного графитизированного слоя (1,8...2,0% графита) в зависимости от температуры отпуска: 1 - закалка с 850°C ; 2 – закалка с 900°C

Как видно из этого рисунка, отпуск закаленной графитизированной стали вплоть до температуры 400°C не вызывает значительного падения твердости и только при 500°C наблюдается резкое падение твердости графитизированных слоев. Повышение температуры отпуска до 300°C выравняет твердость графитизированных слоев, закаленных с различных температур. Таким образом, графитизированные стали, также как и неграфитизированные, обладают устойчивостью против отпуска. Графитные включения, при температуре отпуска, практически не оказывают влияния на процессы, происходящие в металлической матрице.

Список использованной литературы:

1. Металловедение и термическая обработка стали и чугуна: Справочник //Под ред. Акад. Н.Т. Гудцова. - М.: Металлургиздат. 1957. 1204с.

2. Прженосил Б. Нитроцементация. М.:Машиностроение, 1969. – 212с.
3. Минкевич А.Н. Химико-термическая обработка металлов и сплавов. – М.: Машиностроение, 1965. – 492с.

Досліджено вплив відпуску, тривалості і температури гартування на твердість графітیزованих шарів середньовуглецевої конструкційної сталі 40 після двоступеневої нітроцементації в активній пасті.

Ключові слова: графітизація, гартування, нітроцементация, відпуск, сталь.

The article describes the influence of drawing-back and hardening duration and temperature on hardness of graphitized layers of medium-carbon constructional steel after two-step nitrocarburizing in active paste.

Keywords: graphitization, graphitizing, hardening, nitrocarburizing, drawing-back, steel.

Дата надходження в редакцію: 24.05.2012 р.

Рецензент: д.т.н., професор Кочмола М.М.

УДК 621.785

УПРОЧНЕНИЕ ЦИАНИРОВАНИЕМ ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА

В.И. Серебровский, д.т.н., профессор, ФГОУ ВПО Курская государственная сельскохозяйственная академия им. проф. И.И.Иванова

В.В. Серебровский, д.т.н., профессор, ФГОУ ВПО Курская государственная сельскохозяйственная академия им. проф. И.И.Иванова

Р.И. Сафронов, к.т.н., доцент, ФГОУ ВПО Курская государственная сельскохозяйственная академия им. проф. И.И.Иванова

Ю.П. Гнездилова, к.т.н., доцент, ФГОУ ВПО Курская государственная сельскохозяйственная академия им. проф. И.И.Иванова

А.Ю. Молодкин, аспирант, ФГОУ ВПО Курская государственная сельскохозяйственная академия им. проф. И.И.Иванова

В статье приведена технология цианирования и установлено, что температура цианирования решающим образом влияет не только на толщину карбидной зоны диффузионного слоя, но и на фазовый состав этой зоны. Результаты исследований могут использоваться для упрочнения деталей машин в ремонтном производстве и позволяет значительно повысить их долговечность.

Ключевые слова: цианирование, электролитические покрытия, микротвёрдость, износостойкость

Основными недостатками всех электролитических покрытий являются слоистая структура осадков (рис. 1), которая предопределяет неравномерность их свойств по толщине покрытия, недостаточно высокая твердость и износостойкость, особенно в тяжелых условиях эксплуатации (высокие удельные нагрузки, отсутствие и недостаток смазки в сопряжениях). Все это приводит к недостаточно надёжной работе восстановленных деталей.

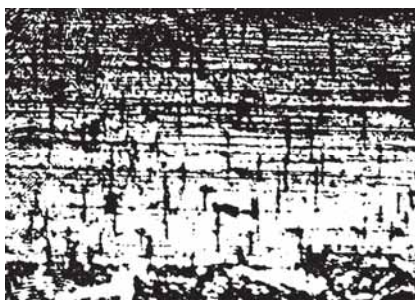


Рис. 1. Структура электроосажденного

легированного железа (Fe-1,5Mo)(x300)

Повышение износостойкости и улучшение других служебных свойств таких деталей может быть достигнуто путем насыщения их углеродом и азотом из активных сред (нитроцементацией или цианированием). Разработана технология цианирования сталей в пастообразной среде на основе сажи и азотсодержащего компонента (50 % - сажи; 50 % - желтой кровяной соли; связующее-органический клей), которое проводится при температурах 873...923 К, не требует дорогого специализированного оборудования, дефицитных материалов и во многих случаях обеспечивает требуемые свойства поверхностных слоев деталей без закалки.

Наибольший эффект цианирования (наибольшая толщина диффузионного слоя) достигается при температуре 923 К. Диффузионные слои на обоих исследованных электролитических сплавах (Fe, +1,5 % Мо и Fe, +2,5 % W) на наружной поверхности имеют твердую корку карбо-