



ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ НИТРОЦЕМЕНТАЦИИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СТАЛИ X12Ф1

Платошина М. М.^{1, а}, Бегатов Ж. М.².

¹Ташкентский международный университет Кимё

*²Совместный Белорусско-Узбекский межотраслевой институт
прикладных технических квалификаций в городе Ташкенте*

а) e-mail: malika.malich.dzhalilova@gmail.com

Abstract. *The article examined the effect of low-temperature nitrocarburization on the structure and properties of steel grade X12F1. It was found that for steel Kh12F1 the highest values of micro-hardness are achieved at a saturation temperature of 550°C and amount to 12000 MPa at four-hour saturation.*

Key words: *wear resistance, heat resistance, tempering, carburization, nitrocarburization.*

Аннотация. *В статье было рассмотрено влияние низкотемпературной нитроцементации на структуру и свойства стали марки X12Ф1. Было выявлено, что для стали X12Ф1 наиболее высокие значения микро-твердости достигаются при температуре насыщения 550°C и составляют 12000 МПа при четырехчасовом насыщении.*

Ключевые слова: *износостойкость, теплостойкость, отпуск, цементация, нитроцементация.*

Сущность комбинированной химико-термической обработки в нашем случае состоит в возможности совмещения процессов насыщения стали атомами углерода, азота и процесса отпуска стали в единый технологический

цикл. Было установлено, что наиболее оптимальной температурой нагрева под закалку рассматриваемой стали, с точки зрения износостойкости, теплостойкости структуры, является температура закалки в интервале 1150-1200°C. При этих температурах, возникает повышенная легированность твердого раствора, возрастает дефектность кристаллического строения. При проведении отпуска для этой стали в районе температур 550-600°C начинается процесс вторичного твердения сталей за счет выделения теплоустойчивых мелкодисперсных карбидов.

Известно, что процесс насыщения атомами углерода и азота [1,2,3] при низкотемпературном цианировании начинается при температуре 560°C, причем для интенсивного насыщения стали углеродом в короткое время температура процесса должна быть как можно выше. Однако с увеличением температуры выше 650°C начинаются процессы распада структуры стали, что ведет к разупрочнению, стали и снижению твердости. Поэтому в нашем случае для совмещения процессов отпуска и цианирования были выбраны интервалы температур 550-620°C. Необходимо было установить оптимальное время насыщения стали атомами азота и углерода для получения насыщенного слоя глубиной от 0,2 до 0,4 мм. Для процесса насыщения нами были выбраны состав из смеси карбамида (мочевина) и сажи; известно, что мочевина разлагается согласно реакции



Выделяющиеся при этом разложении углерод и азот диффундируют в сталь. Использование сажи в карбюризаторах для цементации [4,5,6,7] дает возможность интенсифицировать процесс науглероживания стали. В качестве насыщающей среды были выбраны 2 состава:

1. 60% сажи + 40% карбамида.
2. 80% сажи + 20% карбамида.

Такое соотношение было выбрано исходя из рекомендаций [8] по твердому цианированию в смеси древесного угля и желтой кровяной соли. В нашем случае древесный уголь был заменён газовой сажой, а желтая кровяная соль – карбамидом (мочевинной) как наиболее технологической средой. Кроме

этого, карбамид производится в Республике Узбекистан в производственном объединении «Навоизот» и не является дефицитным сырьем.

С целью выявления оптимального состава были сначала проведены исследования по насыщению образца стали X12Ф1 двумя составами при температуре 550-600°C. Были подготовлены стальные контейнеры, куда помещали образцы сталей с соответствующей засыпкой смеси сажи и карбамида. Крышку контейнера замазывали огнеупорной глиной, и контейнер помещали в разогретую до заданной температуры электропечь. Исследовали глубину карбонитридной зоны в сталях при температурах закалки 1150°C, температуре насыщения 550-600° и времени выдержки от 1 до 4х часов (рис.1-2). Время выдержки выбиралось согласно общепринятым рекомендациям.

Совместное насыщение сталей азотом и углеродом резко отличается от процесса цементации, азотирования и борирования. Активность азота и углерода в процессе нитроцементации зависит от парциального давления азота и углерода, которое в свою очередь зависит от температуры насыщающей среды. При более низких температурах активно происходит генерирование азота за счет диссоциации карбамида (мочевина).

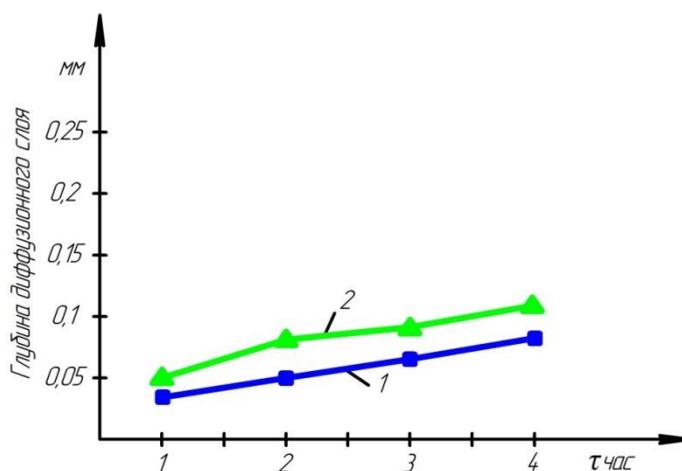


Рис.1. Влияние времени выдержки на глубину диффузионного слоя стали X12Ф1 после закалки с 1150°C и процесса нитроцементации при температурах 550°C (кривая 1) и 600°C (кривая 2), состав 1.

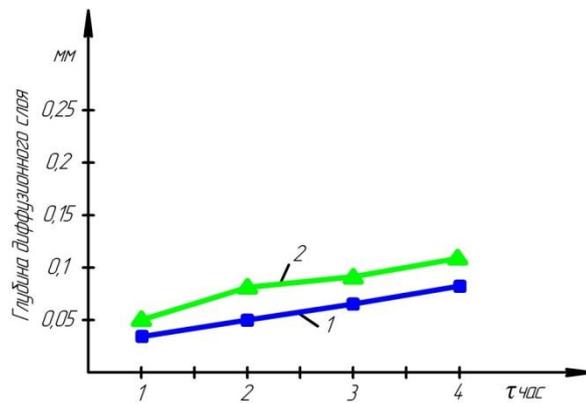


Рис.2. Влияние времени выдержки на глубину диффузионного слоя стали X12Ф1 после закалки с 1150°C и процесса нитроцементации при температурах 550°C (кривая 1) и 600°C (кривая 2), состав 2.

С ростом температуры насыщающей среды более активно начинает выделяться углерод, который в процессе диффузии вытесняет азот в более глубокие слои стали. В нашем случае в процессе совмещения отпуска сталей с процессом низкотемпературной нитроцементации, насыщенный слой представляет собой тонкую смесь мартенсита и образовавшихся карбонитридных фаз (рис 3-4).

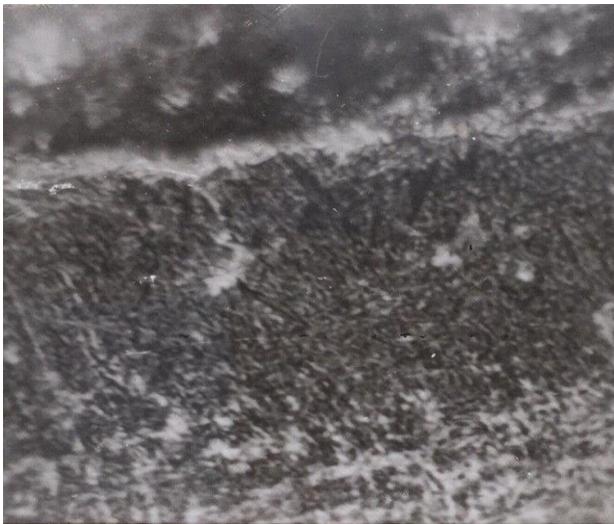


Рис 3. Цианированный слой после насыщения 4 часа x500



Рис 4 ε – фаза по границам зерна в цианированном слое x500

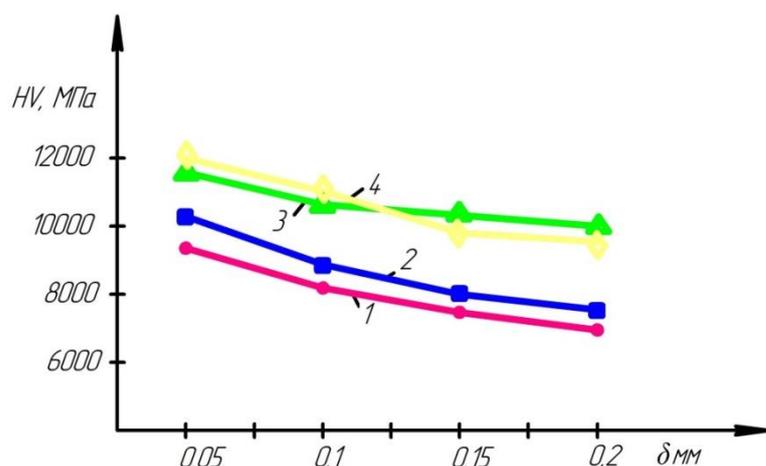


Рис.5. Изменение микротвёрдости цианированного слоя по глубине насыщения стали X12Φ1. $T_{\text{насыщ}}=550^{\circ}\text{C}$

Время насыщения 1 – 1 час, 2 – 2 часа, 3 – 3 часа, 4 – 4 часа

На поверхности цианированного слоя образуется тонкий не травящейся слой светлой корки карбида. После слоя корки располагается толстая темно травящаяся зона, не имеющая резкой границы с основной структурой. Твёрдость темно травящейся зоны HV 10000 МПа, твёрдость светлой корки HV 8600 МПа. Структура темно травящейся зоны представляет собой смесь мартенсита, карбидов и карбонитридов типа $M_3(C,N)$. Изменение микротвёрдости поверхностного слоя образца стали X12Φ1, подвергнутого низкотемпературной нитроцементации, показано на рис 6-7.

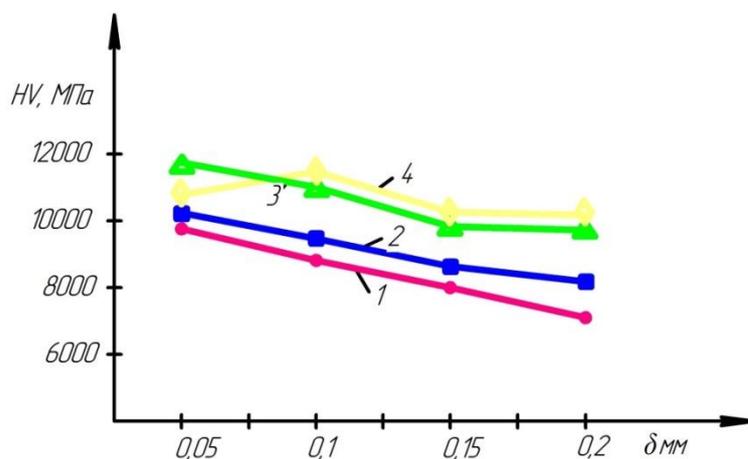


Рис.6. Изменение микротвёрдости цианированного слоя по глубине насыщения стали X12Φ1. $T_{\text{насыщ}}=600^{\circ}\text{C}$

Время насыщения 1 – 1 час, 2 – 2 часа, 3 – 3 часа, 4 – 4 часа

Для стали Х12Ф1 наиболее высокие значения микротвердости достигаются при температуре насыщения 550°C и составляют 12000 МПа при четырехчасовом насыщении.

Литература:

1. Гурьев, А.М. Термоциклическое и химико-термоциклическое упрочнение сталей/ Гурьев А.М., Ворошнин Л.Г., Хараев Ю.П. // Ползуновский вестник, 2005. – №2. -С.36-43.
2. Желанова Л. А., Шумаков А. И. Технология вакуумной нитроцементации инструмента // Прогрессивные технологии машиностроения и современность: Сборник трудов международной научно-технической конференции. 9-12 сентября, 1997 г. Севастополь-Донецк. 1997. -97с.
3. Тарасов А.Н. Химико-термическая обработка шлицевых и отрезных фрез из быстрорежущих сталей // Технология и организация производства, 1978, – №2 – С 41.
4. Костин Н.А, Колмыков В.И, Трусова Е.В, Ермакова Н.В. Способ нитроцементации из конструкционных и инструментальных сталей: Патент № 2600612 от 27.10. 2016.
5. Колмыков, В.И. Цианирование инструментальных сталей в экологически безопасном карбюризаторе [Текст] / В.И. Колмыков, Р.А. Ковынев, В.М. Переверзев, и др. // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ». 2006. – № 12. – С. 108-111.
6. Колмыков, В.И. и др. Усталостные свойства хромистых сталей при нитроцементации «Вестник Воронежского государственного университета». Воронеж: ВГТУ 2007. – Т.3 – №11. – С103-105.
7. Колмыков, В.И. Сульфоцианирование углеродистых сталей в ванне на основе карбамида/ Колмыков В.И., Трусова Е.В. [и др.]// Материалы и упрочняющие технологии - 2010: сб. материалов XVII Рос.науч.-техн. конф. с международным участием. – Курск, 2010. – С.141-145.
8. Шейнерман, В.М. Нормирование расхода карбюризатора для процессов цементации и нитроцементации // МиТОМ, 1973. №7. – С. 30-35.