

диффузионном слое в при циклическом нагреве происходит увеличение дисперсности цементита с 20 мкм до 2 – 4 мкм. Установлено, что количество карбидной фазы в диффузионном слое возрастает при циклической обработке в 1,5 раза по сравнению с стационарным процессом обработки. Благодаря этому возрастает поверхностная твердость с 60 HRC (без ТЦО) до 66 HRC (после ТЦО).

Список литературы

1. Смагоринский, М.Е. Справочник по термомеханической и термоциклической обработке металлов / М.Е. Смагоринский. – СПб.: Знание, 1992. – 392 с.

2. Константинов, В.М. Упрочнение быстроизнашиваемых деталей почвообрабатывающих плугов нитроцементацией с локальным циклическим индукционным нагревом / Константинов В.М., Ткаченко Г.А. // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2011. – № 2. – С. 44–50.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ УЛЬТРАЗВУКА НА РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛИ

Кукин С.Ф.¹, Синиченко Т.Н.²

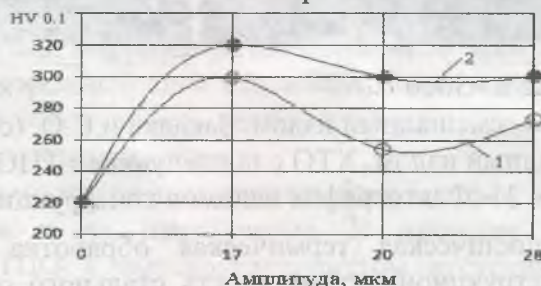
¹ РУП «МТЗ», ² БНТУ, г. Минск, Республика Беларусь, tatiana_4401@mail.ru

Одним из перспективных способов интенсификации технологических процессов поверхностного упрочнения деталей, термической обработки сталей является воздействие ультразвука [1]. Целью данной работы являлось исследование влияния ультразвуковой обработки с различными амплитудами на структурообразование и механические свойства стали 40Х при различных режимах термической обработки.

Для исследования влияния УЗВ была выбрана конструкционная сталь 40Х. Выбор стали 40Х обусловлен тем, что для этой стали представляется возможным образование мелкодисперсного перлита с целью получения высокой ударной вязкости.

Влияние ультразвуковых колебаний на сталь во многом зависит от температурных условий обработки [2]. При низких температурах ультразвук способствует образованию дополнительного числа дефектов, что обусловлено деформацией рекристаллизационных зерен за счет знакопеременных напряжений. Обычно это характеризуется более высокой твердостью образцов после ультразвуковой обработки.

Ультразвуковую обработку проводили с использованием магнитострикционного преобразователя. Образец помещали между торцами возбуждающего и отражающего волноводов, рассчитанных в резонансе с колебательной системой преобразователя. Эта схема позволяет достигнуть в образцах достаточно больших амплитуд напряжений (вплоть до разрушения). Наибольший эффект наблюдается, если образец имеет резонансную длину и вся колебательная система работает на собственной частоте.



1 – 1 минута; 2 – 10 минут

Рисунок 1 – Зависимость микротвердости стали 40Х от амплитуды и длительности озвучивания.

На рис. 1 представлены зависимости величины микротвердости от амплитуды и длительности озвучивания. Обнаружено, что воздействие ультразвука на предварительно отожженную сталь приводит к повышению твердости в 1.5 раза.

Показано изменение предела текучести $\sigma_{0.2}$ и предела прочности σ_b стали 40Х с временем озвучивания 5 минут с различными амплитудами УЗО. Предел текучести в сравнении с исходным состоянием возрастает, затем с увеличением амплитуды УЗО уменьшается.

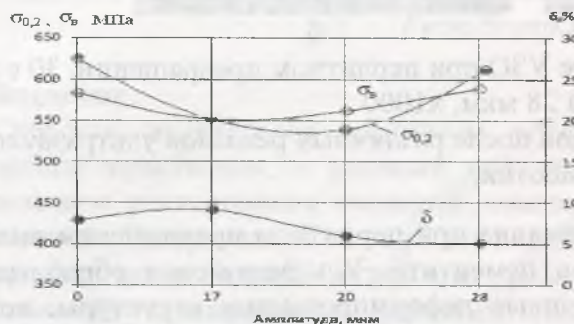
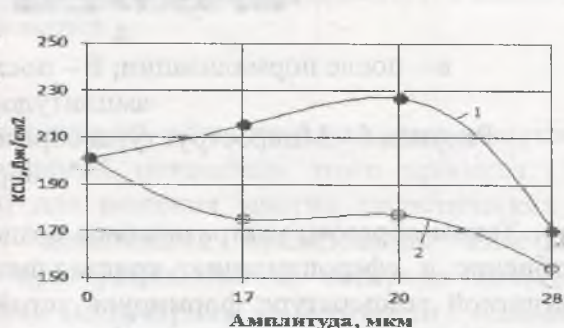


Рисунок 2 - Зависимость механических свойств стали 40Х от амплитуды озвучивания



1 – 10 минут, 2 – 1 минута
Рисунок 3 - Зависимость ударной вязкости стали 40Х от частоты и времени озвучивания

При исследовании воздействия УЗ в процессе перлитного превращения было выдвинуто предположение, что совместное воздействие на структуру стали температуры и ультразвука приводит к ряду эффектов, изменяющих кинетику развивающихся при охлаждении в стали процессов с соответствующим изменением свойств. Воздействие ультразвуковых колебаний при охлаждении стали приводит к измельчению фазовых и структурных составляющих [3].

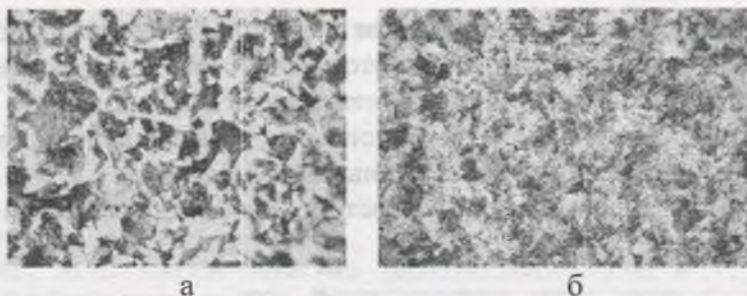
Ультразвуковая обработка при температурах минимальной устойчивости аустенита в перлитной области и амплитуда деформации выше пороговых инициирует образование Ф-П составляющих, повышает их дисперсность и равномерность распределения, следствием чего является повышение твердости.



1 – 30 с; 2 – 90 с.

Рисунок 4 - Зависимость твердости от амплитуды озвучивания.

Сопоставляя структуру перлита, представленную на рис. 5, можно заметить, что в контрольных образцах зерна перлита состоят из колоний, внутри которых ферритоцементитная смесь четко располагается в виде параллельных пластин. После УЗО сохраняются перлитные колонии, однако пластины цементита имеют либо извилисто-зубчатое строение, либо уже превратились в изомерные кристаллики различных размеров. В некоторых участках наблюдаются скопления сфероидизированных кристалликов цементита.



а – после нормализации; б – после УЗО при перлитном превращении, 30 с с амплитудой 28 мкм, х1000

Рисунок 5 - Микроструктуры образцов после различных режимов ультразвуковой обработки.

Таким образом, ультразвуковое воздействие при перлитном превращении вызывает разбиение и сфероидизацию кристалликов цементита. Ультразвуковая обработка при комнатной температуре формирует устойчивые деформированные структуры, которые влияют на последующие полиморфные превращения [2].

Для подтверждения данного предположения исследованы структурообразование и механические свойства конструкционной стали 40Х после нормализации предварительно озвученной ниже температуры рекристаллизации. В микроструктуре озвученных образцов в сравнении с неозвученными обнаружен различный характер распределения феррита [3]. Так, в неозвученных образцах феррит выделяется в виде сетки вокруг зерен перлита, при наложении ультразвука видно много отдельных разноосных ферритных включений. Ультразвуковые колебания влияют и на строение колоний перлита – у озвученных образцов они более дисперсны.



а – после нормализации; б – после нормализации с предварительным УЗО (28 мкм, 1 мин.)

Рисунок 6 - Микроструктуры стали 40Х после нормализации, х200

Применение УЗ в процессе термической обработке сталей дает возможность снизить энергетические затраты за счет замены улучшения стали 45 на нормализацию стали 40Х с регламентируемым химическим составом в сочетании с УЗО.

Список литературы

1. Биронт В.С. Теория термической обработки металлов. Комбинированные методы/ СФУ: ИЦМиЗ. – Красноярск, 2007. – 152 с.
2. Абрамов О.В. Воздействие мощного ультразвука на жидкие и твердые материалы. – М.: Наука, 2000 – 312 с.
3. Кукин С.Ф. Изучение влияния предварительной ультразвуковой обработки на результаты нормализации стали 40Х / С.Ф. Кукин, Т.Н. Синиченко // Республ. межведом. сб. науч. тр. Metallurgy / БНТУ –2011. – Вып. 33. – С. 54-65