

Грязнова Л.В., к.т.н., доцент, Лисняк А.Г., к.т.н., доцент, Пугач Р.С. студент гр. ТМАм-08-1м

(Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», м. Днепропетровск, Украина)

ВЛИЯНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО УДАРНО-ВОЛНОВОГО НАГРУЖЕНИЯ НАГРУЖЕНИЯ НА СТРУКТУРНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В СТАЛИ ПРИ ЕЁ ПОСЛЕДУЮЩЕМ НАГРЕВЕ

В данной работе поставлена задача определить влияние предварительного ударно-волнового нагружения (УВН) на структуру стали после нагрева до аустенитного состояния.

Изучалась структура образцов из стали 55 в горячекатаном состоянии и после УВН после аустенизации в течении 30 минут при разных температурах и закалки в воде. Были выбраны температуры аустенизации: 800, 850, 900 и 950 °С.

Исследования показали, что при всех температурах нагрева наблюдаются различия в микроструктурах закаленной стали в зависимости от исходного состояния. Отмечается замедление роста аустенитного зерна при нагреве стали после предварительного ударно-волнового нагружения. Это определяется на образцах после закалки по размерам кристаллов мартенсита и троститной сетки, которая выделяется по границам бывшего зерна аустенита и может служить показателем его размеров, достигнутых при аустенизации.

Исследования показали, что при одной и той же температуре нагрева, после предварительного ударно-волнового нагружения образуется более мелкоигольчатый мартенсит и большее количество троостита по границам зерен, что говорит о снижении устойчивости аустенита при охлаждении.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что повышенное количество дефектов, образующихся после ударно-волнового нагружения, сохраняется при высокотемпературном нагреве и влияет на механизм образования аустенитного зерна. Влияние деформации на образование аустенитного зерна установлено В.Д. Садовским и количественно изучено С.С. Дьяченко, которая показала, что существенное измельчение зерна наступает после статической деформации, превышающей критическую ($\psi_{кр}=18-30\%$).

Отличительными особенностями деформации при ударно-волновом нагружении является малая величина остаточной пластической деформации (при высоком уровне действующих напряжений) и большие скорости деформации (обычно порядка $10^6 - 10^9 \text{ с}^{-1}$). Структурные превращения, проходящие в стали при прохождении ударной волны, оказываются существенными. Например, для получения в стали плотности дислокации, равной $0,28 \cdot 10^{11} \text{ см}^{-2}$ необходима ее деформация волочением до степени деформации, равной 10 %, или ударно-волновая обработка со степенью деформации, составляющей доли процента.

В случае ударно-волнового нагружения остаточная деформация может быть незначительной, а количество дефектов соответствовать деформации, являющейся критической для статической деформации.

В работе проводилось определение величины зерна согласно ГОСТ 5639-82 методом пересечения границ зерен отрезком прямой. По данной методике были обработаны 120 образцов горячекатаной стали, половина из которых была подвергнута предварительному ударно-волновому нагружению.

Полученные результаты были обработаны с применением методов математической статистики, в частности определено: максимальное и минимальное значение признаков; размах вариации; ширина интервалов; относительное изменение размера зерна.

Расчёты показали, что размер зерна в стали с предварительным ударно-волновым нагружением меньше, чем в горячекатаном для всех температур аустенизации.

На рисунке 1 приведены значения наиболее встречаемых размеров зерна для всех температур аустенизации.

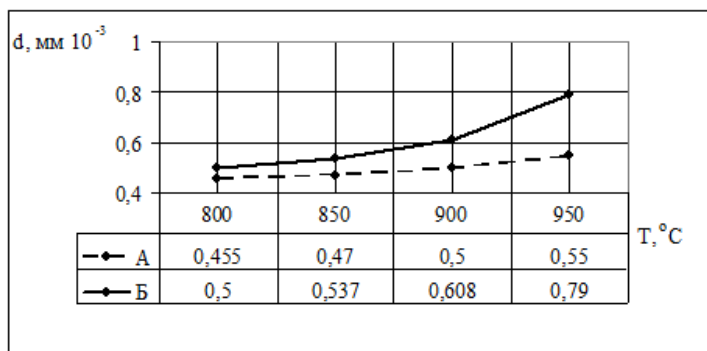


Рисунок 1 – Зависимость размера зерна от температуры аустенизации.

А – сталь с предварительным ударно-волновым нагружением; Б - для горячекатаной;
d – размер зерна; T – температура аустенизации.

На рисунке 2 приведены значения относительного изменения размера зерна стали 55 в зависимости от исходного состояния.

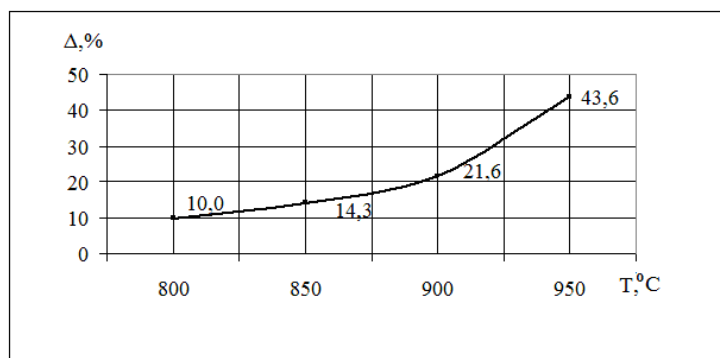


Рисунок 2 – Зависимость относительного изменение размера зерна (Δ) стали 55 от температуры аустенизации (T).

Известно, что величина аустенитного зерна определяет размер структурного параметра продуктов превращения, который, в свою очередь, существенно влияет на предел текучести и ударную вязкость стали. Расчет предела текучести исследуемых сталей (согласно закону Холла-Петча) показал, что сталь после предварительного ударно-волнового нагружения имеет предел текучести на 17 % выше, чем горячекатанная (расчет проведен для стали после нагрева до 950 °C).

Таким образом, впервые показано задерживающее влияние предварительной ударно-волновой деформации на рост зерна аустенита углеродистой стали.

Это позволяет рекомендовать предварительное ударно-волновое нагружение для интенсификации различных видов упрочняющих обработок, связанных с высокотемпературным нагревом и диффузией, без риска снижения вязкости и предела текучести стали.