

## ВЛИЯНИЕ СХЕМЫ УДАРНО-ВОЛНОВОГО НАГРУЖЕНИЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СТАЛИ 30ХГСА

Грязнова Л.В. доц., к.т.н., Завалина Е.Б., Деркач В.Ю., студенты  
(Национальный горный университет, г. Днепрпетровск, Украина)

Среди современных технологических высокопроизводительных процессов обработки металлических материалов все больше возрастает удельный вес высокоскоростной деформации, в частности, с успехом используется энергии взрыва для упрочнения металлов. Возможность управления величиной давления в широком диапазоне, формирования профиля ударной волны, малая остаточная деформация упрочняемой детали, а также технологичность метода позволяет использовать взрыв для упрочнения готовых изделий различной конфигурации.

Все структурные изменения в металле, приводящие к изменению механических свойств, требуют определенного времени, поэтому вопрос длительности действия давления при взрывном упрочнении и влияние этого времени на свойства металла выходит на передний план. В связи с этим, нагружение образцов производилось однослойным и двухслойным зарядами взрывчатого вещества, с разным временем действия пикового давления.

В качестве материала для исследования была выбрана марка стали, широко применяемая в металлургической и горнорудной промышленности, а именно: сталь 30ХГСА.

Химический состав стали 30ХГСА, в %:

C - 0,35; Si - 1,2; Mn - 0,85; Cr - 1,10; Ni - 0,40.

Хромомарганцевая сталь 30ХГСА – среднеуглеродистая легированная конструкционная, используется для изготовления осей, валков, шестерен и других деталей, работающих в условиях значительных нагрузок, а также при действии знакопеременных нагрузок. Сталь используется после закалки и отпуска или после изотермической закалки.

Обработке ударной волной подвергались цилиндрические образцы, диаметром 40 мм и высотой 150 мм. Образцы предварительно отжигались при температуре 1033° К, после чего они имели ферритно-перлитную структуру с пластинчатым перлитом.

После взрывного нагружения образцов однослойным зарядом ВВ, в структуре стали произошли значительные изменения, которые свидетельствуют о прошедшем фазовом превращении. Анализ структуры показывает, что в стали происходит образование частиц фазы, имеющей вытянутую, иглообразную форму, слегка волнистую и очень часто расположенную параллельными пакетами внутри бывших ферритных зерен. Микротвердость такой структуры составляет 370-400кгс/мм<sup>2</sup>.

Можно предположить, что в стали 30ХГСА при нагружении ее однослойным зарядом ВВ в поверхностных слоях происходит бейнитное превращение.

При нагружении образцов двухслойным зарядом ВВ в структуре также происходит изменения. В феррите стали произошло выделение частиц новой фазы, форма которых неодинакова в разных местах структуры. Но, в основном, выделившаяся фаза имеет округлую и слегка вытянутую форму капли и беспорядочно ориентирована по отношению к кристаллической решетке исходного зерна феррита. Микротвердость такой структуры составляет 420-450 кгс/мм<sup>2</sup>.

В результате прошедших структурных изменений твердость стали значительно увеличилась. Применение обеих схем нагружения приводит к сквозному упрочнению. При нагружении однослойным зарядом ВВ поверхностная твердость несколько выше, чем при нагружении двухслойным зарядом, однако переход от зоны максимального

упрочнения к менее твердым слоям резкий, на глубине 4 мм от контактной с ВВ поверхности твердость стали понижается до 260кг/м. При нагружении двухслойным зарядом распределение твердости по глубине имеет более плавный характер и среднее значение твердости на глубине более 5 мм составляет 300кгс/мм<sup>2</sup>.

После взрывного нагружения по обеим схемам образцы подвергались испытаниям для определения механических свойств, которые сравнивали со значениями, характеризующими исходное состояние.

В обоих случаях, как при нагружении однослойным зарядом, так и двухслойным, механические свойства стали значительно повысились. И хотя значение прочностных характеристик выше для случая нагружения однослойным зарядом ВВ, тот факт, что сопротивление разрушению при ударных нагрузках после нагружения двухслойным зарядом в 3,5 раза выше, чем после нагружения с использованием однослойного заряда, является весьма важным и показательным.

Для определения природы повышения твердости и прочности стали был проведен рентгеноструктурный анализ и подсчитаны значения микронапряжений, величины областей когерентного рассеяния и плотности дислокаций.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что изменения тонкой структуры после нагружения однослойным и двухслойным зарядами ВВ аналогичны, величина блоков уменьшается, плотность дислокаций растет. Однако, при нагружении однослойным зарядом плотность дислокаций несколько выше. Микронапряжения второго рода, свидетельствующие о прошедшей в металле пластической деформации, также ниже в случае нагружения двухслойным зарядом ВВ.

Из приведенных данных следует, что нагружение двухслойным зарядом ВВ позволяет получить достаточно однородную структуру по всему сечению образца, а следовательно, и однородную прочность. Этот эффект можно связать с процессами тепловой активации, происходящими вследствие увеличения деформации сдвига, вызванного усилением импульса давления за счет увеличения временной составляющей.

Эти данные свидетельствуют о больших технологических возможностях схемы нагружения двухслойным зарядом ВВ.

### **Перечень ссылок**

1. Ударные волны и явления высокоскоростной деформации металлов./ Под ред. Мейерса М.А., Мурра Л.Е. : Пер. с англ. М.: Металлургия, 1984. 512 с.
2. Дислокационная структура и упрочнение кристаллов. Смирнов Б.И. Л., «Наука», 1981. 236 с.
3. Теория термической обработки металлов. Учебник. Изд. 3-е, испр. И доп. Новиков И.И. М., «Металлургия», 1978. 392 с.