

УДК 620.18: 669-419:621.771

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СЛОИСТОЙ СТРУКТУРЫ НА АНОМАЛЬНО ВЫСОКИЕ ЗНАЧЕНИЯ УДАРНОЙ ВЯЗКОСТИ В ТЕМПЕРАТУРНОМ ИНТЕРВАЛЕ ВЯЗКО-ХРУПКОГО ПЕРЕХОДА

Александра Олеговна Константинова

Студентка 3 курса,

кафедра «Материаловедение»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: А.И. Плохих,

кандидат технических наук, доцент кафедры «Материаловедение»

Явление хладноломкости в сталях, имеющих объемно-центрированную (ОЦК) решетку, хорошо известно. Однако, в последнее время стали известны результаты, показывающие положительное влияние особого вида структур на значения ударной вязкости (рис.1) ферритных сталей в области низких климатических температур [1, 2]. В частности, при проведении специальных видов термомеханической обработки, в низколегированных сталях формируется слоистая структура, за счет которой резко возрастают значения ударной вязкости, и формируется специальный вид излома, имеющего террасное строение (рис. 2).

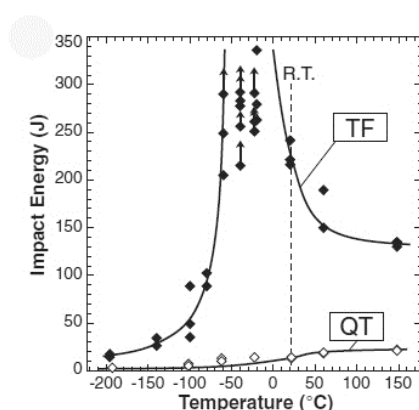


Рис. 1. Зависимость энергии разрушения ударных образцов Шарпи для двух видов обработки QT и TF [1]

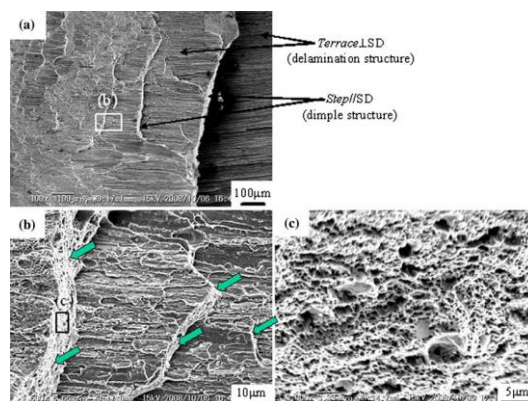


Рис. 2. Электронная микрофотография поверхности разрушения [2]

Необходимо отметить, что это не первые сведения о явлении подобного рода. Так в работах [3, 4] приводятся данные о том, что при определенных условиях теплой или горячей деформации сплавов с ОЦК-решеткой без рекристаллизации возможно образование такой субструктуры, которая в ходе последующих ударных испытаний вызывает появление трещин расслоения поперек основной трещины и способствует тем самым росту энергоемкости и снижению температуры вязко-хрупкого перехода [5].

Похожее предположение высказывают так же авторы работ [6, 7]. По их мнению, трещины расслоения возникают в ходе движения основной трещины, и их образование как бы уменьшает ширину образца и меняет характер напряженного состояния. Ситуация очень напоминает разрушение слоистого образца, когда трещина разрушения ориентирована перпендикулярно слоям, но движется в направлении параллельно им [8].

Известны и более ранние работы, в которых приводятся данные о положительном влиянии специального рода многослойных структур в стальных паяных материалах [9, 10]. Можно видеть (рис. 3,4), что увеличение количества слоев в материале ведет как к повышению значений ударной вязкости, так и снижению порога вязко-хрупкого перехода.

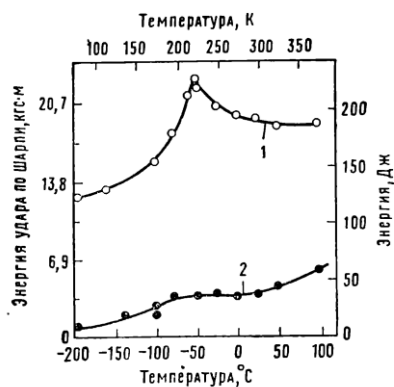


Рис.3. Зависимость энергии удара по Шарпи для однородной стали AISI 4340 и слоистого материала припой и сталь AISI 4340 [9]

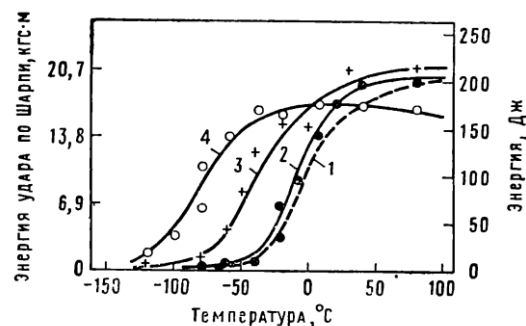


Рис. 4. Зависимость энергии удара по Шарпи от температуры однородного и слоистого материала припой – сталь. Цифры у кривых – количество слоев в материале [10]

Таким образом, можно сделать вывод о том, что основным фактором, влияющим на повышение значений ударной вязкости в металлических материалах со слоистой структурой, является дополнительная работа, которая затрачивается на преодоление межслойной границы. Эта работа идет на раскрытие этой границы в направлении перпендикулярном основному направлению движения магистральной трещины (рис.3).

Литература

1. Y. Kimura, T. Inoue, F. Yin, and K. Tsuzaki Inverse Temperature Dependence of Toughness in an Ultrafine Grain-Structure Steel: Science, 2008, vol. 320, pp. 1057–1060.
2. T. Inoue, F. Yin, Y. Kimura, K. Tsuzaki Metall. Mater. Trans. A, 2010, vol. 41A, pp. 341–355.
3. Одесский П.Д., Ведяков И.И., Горпинченко В.М. Предотвращение хрупких разрушений металлических конструкций. М.: СП Интермет инжиниринг, 1998. 219 с.
4. Гладштейн Л.И., Литвиненко Д.А., Онучин Л.Г. Структура и свойства аустенита горячекатаной стали. М.: Металлургия, 1983. 11 с.
5. Счастливцев И.М., Мирзаев Д.А., Яковлева И.Л. и др. Эффект повышения ударной вязкости при формировании слоистой структуры в процессе горячей прокатки ферритной стали//Доклады Академии наук, 2010, Т.433, №1, С. 42-45
6. Мирзаев Д.А., Шабуров Д.В., Яковлева И.Л. и др. Исследование причин повышения вязкости ферритной стали 08X18T1 в результате повторной горячей прокатки//ФММ, 2004, Т.98. С.90 – 98
7. Мирзаев Д.А., Шабуров Д.В., Яковлева И.Л. и др. Влияние повторной горячей прокатки на ударную вязкость ферритной стали 08X18T1, охрупченной при исходной горячей прокатке//Деформация и разрушение. 2006, № 3. С.24 – 30.
8. Яковлева И.Л., Терещенко Н.А., Мирзаев Д.А. и др. Ударная вязкость и пластические свойства составных слоистых образцов по сравнению с монолитными//ФММ, 2007, Т104, №2, С.212 – 221.
9. Tmbury, J.S., Pech, N.S. Trans TMS AIME 245, (1967) pp. 2529-2536
10. Wright, E.S. (1967) Deformation and Fracture of plastically Anisotropic laminates.