

ОБ УДЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ СТАЛИ, КАК КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЕЕ КАЧЕСТВА

*Белорусская государственная политехническая академия
Минск, Беларусь*

Стандартные испытания на ударный изгиб до сих пор являются основным и наиболее распространенным способом оценки склонности стали к хрупкому разрушению. Этот способ позволяет получить сравнительные количественные данные о вязкости стали и определить критическую температуру хрупкости. Надежность работы материала при этом определяется по назначенной минимальной величине ударной вязкости или по значению критической температуры.

Зависимость значения ударной вязкости от температуры испытания, остроты надреза и размеров образца в сочетании с высокой скоростью деформирования при разрушении настолько усложняет напряженное и деформированное состояние, что теоретический анализ ударной вязкости до сих пор не осуществлен. Кроме того, само значение ударной вязкости представляет собой лишь значение работы разрушения образца, уменьшенное в масштабе на величину площади его сечения в надрезе.

Для определения ударной вязкости ГОСТ 9454-78 предусматривает 20 типов образцов. При этом для каждого типа образца нормативными документами при диагностировании материалов и элементов конструкций устанавливаются свои минимально допустимые ее значения.

Это позволяет сделать вывод о том, что значение ударной вязкости как браковочного критерия материалов крайне неудобно в практическом применении и требует замены или усовершенствования.

В связи с изложенным предлагается другой критерий, лишенный указанных недостатков, но сохраняющий и усиливающий назначение его как браковочного критерия. Таким критерием является величина удельной работы пластического деформирования при ударном изгибе стандартного образца a_v . Известно [1], что эта величина является константой для каждой конкретной плавки и не зависит ни от формы надреза и размеров образца, ни от температуры испытания.

Известно также [2], что между значением работы разрушения ударного образца и величиной его пластически деформированного объема существует линейная зависимость (рис. 1), если величину пластически деформированного объема опреде-

лять как функцию угла его пластического изгиба α после разрушения (рис. 2). Эта зависимость является единой для всех типов образцов данной плавки стали и не зависит от температуры испытания.

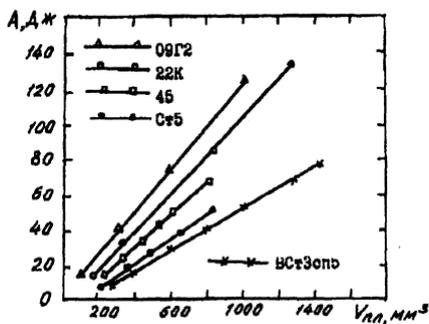


Рис. 1. Зависимость работы разрушения ударного образца от величины его пластически деформированного объема.

Если сложить половинки разрушенного после испытания образца, как показано на рис. 2, б, то значение $V_{пл}$ можно определить как «потерянный» в результате пластической деформации объем в виде клина в центральной части образца по формуле:

$$V_{пл} = bh_1^2 \operatorname{tg} \alpha. \quad (1)$$

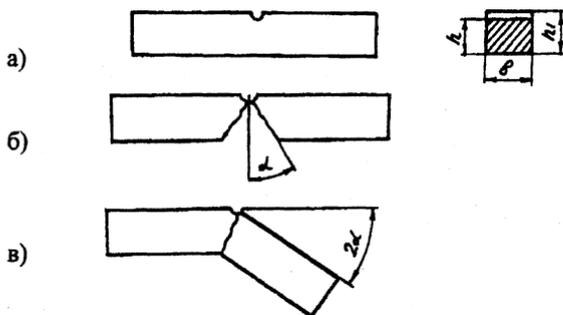


Рис. 2. Ударный образец до испытания (а), после испытания (б), в положении для определения угла изгиба α (в).

Значение угла α удобно определять графически. Для этого обе половинки разрушенного образца укладывают на миллиметровую бумагу и совмещают, как по-

казано на рис. 2, в. Очертив по периметру совмещенные половинки образца, получаем удвоенное значение искомой величины.

При вязких разрушениях образцов в зоне надреза имеет место деформация растяжения по всей высоте сечения на длине l_p . Объем такой зоны равен:

$$V_{\text{м}} = l_p bh, \quad (2)$$

где l_p – длина пластически растянутой зоны;

b, h – ширина и высота образца в сечении по надрезу (рис.2, а).

Для наиболее распространенных образцов ширина надреза равна 2 мм (ГОСТ 9454-78, тип 1). Тогда значение $V_{\text{пл}}$ с учетом (2) получит вид:

$$V_{\text{м}} = bh_1^2 \text{tg}\alpha + l_p bh. \quad (3)$$

Тогда значение удельной работы пластического деформирования образца при ударном изгибе будет равно:

$$a_v = \frac{A}{bh \left(\frac{h_1^2}{h} \text{tg}\alpha + l_p \right)} = \frac{a.}{\frac{h_1^2}{h} \text{tg}\alpha + l_p} = \text{const}, \quad (4)$$

где $a_v = \frac{A}{bh}$ – ударная вязкость.

Для случаев хрупких разрушений, когда значение ударной вязкости не превышает 0,2 МДж/м², значением l_p в формулах (3),(4) можно пренебречь.

Поскольку a_v является константой для каждой конкретной плавки стали и не зависит от формы надреза и размеров образца, то следует нормировать этот показатель, а не ударную вязкость, как браковочный критерий качества стали. Это позволит расчетным путем оценивать переход стали в хрупкое состояние. Отпадает необходимость экспериментального определения ударной вязкости после деформационного старения, применяемого для большого объема конструкций. Отпадает необходимость применения двадцати типов образцов, так как значение a_v можно определять на самом простом из них.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жданович Г.М., Хмелев А.А. О диаграмме хрупковязкого состояния малоуглеродистых сталей при ударном изгибе // Проблемы прочности. – 1981.– №1. – С. 85–89.
2. Жданович Г.М., Хмелев А.А. О взаимосвязи пластичности и ударной вязкости малоуглеродистых и низколегированных сталей. Металлургия. №22. Мн.: Вышэйшая школа, 1988.– С. 22–24.